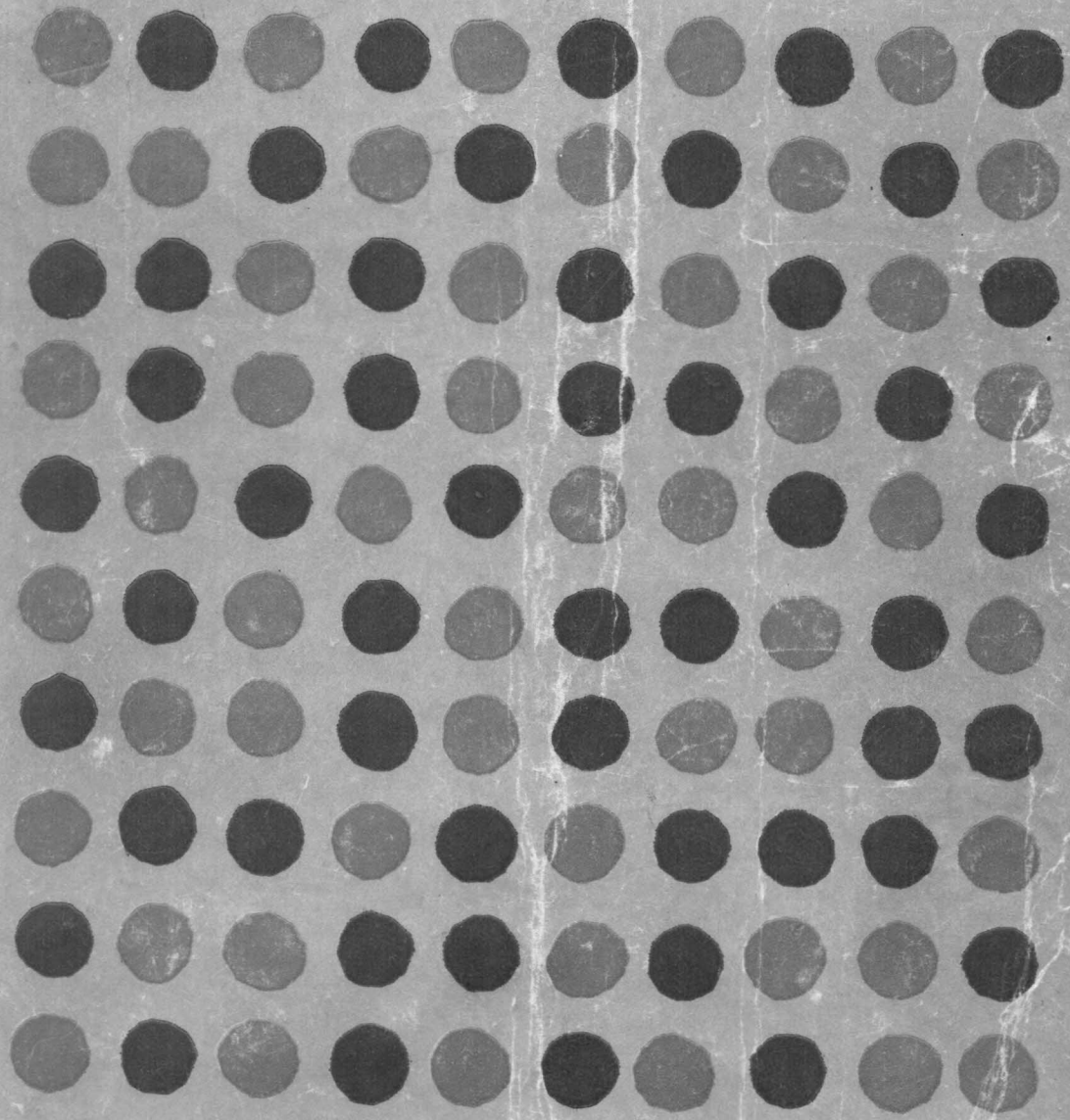
Urządzenia telekomutacyjne

Eugeniusz Taras
Stanisław Witulski



Urządzenia telekomutacyjne

Eugeniusz Taras Stanisław Witulski

Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne

Redaktor naukowy: **mgr inż. Zdzisław Kołodziejczyk**
Redaktor merytoryczny: **mgr inż. Tadeusz Sapiński**
Okładkę projektował: **Jan Sarnecki**
Redaktor techniczny: **Marian Rostkowski**
Korektor: **Irena Kmiotek**

Książka zatwierdzona przez Ministerstwo Oświaty i Wychowania jako podręcznik zastępczy dla uczniów kl. IV i V technikum zawodowego o specjalności telekomutacja

Książka zawiera wiadomości ogólne z telekomutacji i sieci telefonicznych oraz zasady działania aparatów i łącznic telefonicznych, w tym łącznic systemu Pentaconta i systemu elektronicznego E10 produkowanych w Polsce. Książka ta może być również pomocna w pracy personelu technicznego.

© Copyright by Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne
Warszawa 1981

ISBN 83-02-01525-3

Warszawa 1982
Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne
Wydanie I. Nakład 3000 + 210 egz. Ark. wyd. 38,74. Ark. druk. 29,00 + 0,875 (4 wkładki). Papier offset. kl. V, 71 g, 71 × 100 cm
Oddano do składania 3 IV 1981 r. Podpisano do druku 25 III 1982 r.
Druk ukończono w listopadzie 1982 r. Zam. nr 19/332. MOiW—„17"
Skład fotograficzny „Monophoto 400/8"

WSiP Zakłady Graficzne w Bydgoszczy

Spis treści

1. Wiadomości wstępne ... 9

1.1. Pojęcia ogólne i podstawowe telekomunikacji ... 9
1.2. Telekomutacja ... 14
1.3. Budowa sieci telefonicznej użytku publicznego ... 19

2. Przekaźniki telefoniczne obojętne ... 21

2.1. Wiadomości wstępne ... 21
2.2. Przyciąganie przekaźnika ... 22
2.3. Obwód magnetyczny przekaźnika ... 25
2.4. Siła przyciągania kotwicy przekaźnika ... 27
2.5. Wzbudność przekaźnika ... 28
2.6. Zwalnianie przekaźnika ... 29
2.6.1. Zwolnienie spowodowane zwarciem zwojnicy ... 29
2.6.2. Zwolnienie spowodowane przerwaniem obwodu działania ... 31
2.7. Zmiana czasu przyciągania i zwalniania przekaźników telefonicznych obojętnych ... 32
2.7.1. Rozwiązania konstrukcyjne zmieniające czas przyciągania i zwalniania przekaźników telefonicznych obojętnych ... 32
2.7.2. Układy elektryczne zmieniające czas przyciągania i zwalniania przekaźników telefonicznych obojętnych ... 35
2.8. Układy przekaźnikowe prądu przemiennego ... 39
2.9. Przekaźniki telefoniczne standardowe Pentaconta ... 40
2.10. Przekaźniki telefoniczne specjalne Pentaconta ... 46
2.10.1. Przekaźnik wielokrotny ... 46
2.10.2. Przekaźnik pięciokrotny ... 47
2.11. Przekaźniki kontaktronowe ... 48

3. Aparaty telefoniczne ... 49

3.1. Schemat blokowy aparatu telefonicznego i systemy zasilania mikrofonów ... 49
3.2. Elementy obwodu rozmównego aparatu telefonicznego ... 53
3.2.1. Mikrofon węglowy ... 53
3.2.2. Słuchawka ... 56
3.2.3. Transformator telefoniczny i układy antylokalne ... 58
3.3. Elementy obwodu sygnalizacyjnego aparatu telefonicznego ... 60
3.3.1. Dzwonek polaryzowany ... 60
3.3.2. Induktor ... 61
3.3.3. Tarcza numerowa ... 61
3.3.4. Przełącznik obwodów ... 64
3.4. Aparat telefoniczny *MB* ... 65
3.5. Aparat telefoniczny *CB* ... 68

4. Aparaty telefoniczne specjalne ... 70

4.1. Podział aparatów telefonicznych specjalnych ... 70
4.2. Aparaty telefoniczne sekretarsko-dyrektorskie ... 70
4.3. Aparaty telefoniczne wrzutowe ... 72
4.4. Aparaty telefoniczne szeregowe ... 77

5. Łącznice telefoniczne ręczne ... 81
5.1. Zasady budowy i działania telefonicznych łącznic ręcznych ... 81
5.2. Elementy sygnalizacyjne i komutacyjne telefonicznych łącznic ręcznych ... 83
5.2.1. Wiadomości ogólne ... 83
5.2.2. Klapka telefoniczna i wskaźniki ... 84
5.2.3. Elementy komutacyjne telefonicznych łącznic ręcznych ... 85
5.3. Telefoniczna łącznica ręczna systemu *MB* ... 87
5.4. Telefoniczna łącznica ręczna systemu *CB* ... 89
5.5. Telefoniczna łącznica ręczna systemu *CB* z polem wielokrotnym ... 91

6. Wybieraki ... 94
6.1. Wiadomości ogólne ... 94
6.2. Wybieraki biegowe ... 96
6.2.1. Wybieraki skokowe obrotowe ... 96
6.2.2. Wybierak skokowy podnosząco-obrotowy ... 98
6.3. Zasady budowy i działania wybieraka zestykowego ... 102
6.4. Wybierak krzyżowy systemu Pentaconta ... 105

7. Wiadomości ogólne o automatycznych łącznicach telefonicznych elektromechanicznych ... 111
7.1. Układ blokowy automatycznej łącznicy telefonicznej elektromechanicznej ... 111
7.2. Klasyfikacja automatycznych łącznic telefonicznych elektromechanicznych ... 112
7.3. Przebieg połączenia telefonicznego w łącznicy o sterowaniu bezpośrednim ... 117
7.4. Przebieg połączenia telefonicznego w łącznicy o sterowaniu pośrednim ... 122

8. Automatyczna telefoniczna łącznica miejska systemu 32AB ... 131
8.1. Wiadomości ogólne ... 131
8.2. Układ zasadniczy automatycznej łącznicy telefonicznej miejskiej systemu 32AB ... 132
8.3. Pojemność łącznicy i numeracja łączy abonenckich ... 137
8.4. Opis przebiegu zestawiania połączenia ... 138
8.4.1. Opis przebiegu szukania liniowego ... 138
8.4.2. Opis przebiegu wybierania grupowego ... 146
8.4.3. Opis przebiegu wybierania liniowego ... 155
8.5. Automatyczna centrala telefoniczna systemu 32AB odosobniona ... 161

9. Układy wielocentralowe systemu 32AB ... 165
9.1. Wiadomości ogólne ... 165
9.2. Zasady współpracy central telefonicznych systemu 32AB ... 170
9.3. Translacje telefoniczne ... 173
9.3.1. Translacje telefoniczne prądu stałego *TR* ... 173
9.3.2. Translacje telefoniczne prądu przemiennego *TZ/W* i *TZ/P* ... 176
9.4. Układ wielocentralowy systemu 32AB bezrejestrowy ... 179
9.5. Układ wielocentralowy systemu 32AB rejestrowy ... 182

10. Łącznice międzymiastowe sznurowe i bezsznurowe ... 189
10.1. Wiadomości ogólne ... 189
10.2. Sieć międzymiastowa ... 192
10.3. Zasady eksploatacji central międzymiastowych ... 193
10.3.1. Systemy ruchu międzymiastowego ... 193
10.3.2. Zasady taryfikacji rozmów międzymiastowych ... 195
10.4. Łącznica międzymiastowa sznurowa uniwersalna U-57 ... 196
10.4.1. Charakterystyka ogólna ... 196
10.4.2. Ogólny przebieg połączeń ... 198
10.5. Charakterystyczne rozwiązania schematowe łącznicy międzymiastowej U-57 ... 200
10.5.1. Nadawanie i odbiór sygnałów wywołania ... 200
10.5.2. Sygnalizacja stanu swobody łączy ... 201
10.5.3. Układ impulsowania do centrali miejskiej ... 202
10.5.4. Wyłączanie tłumików w zespołach liniowych łączy międzymiastowych ... 203
10.5.5. Sygnalizacja końca rozmowy ... 203
10.5.6. Układ miernika czasu trwania rozmowy ... 204
10.5.7. Układ rozmówny telefonistki ... 205
10.6. Łącznica międzymiastowa bezsznurowa typu W-58 ... 206
10.6.1. Charakterystyka ogólna ... 206
10.6.2. Schemat ogólny i przebiegi połączeń ... 207

11. Urządzenia do automatyzacji ruchu międzymiastowego systemem miasto-miasto i ruchu międzynarodowego systemem stolica-stolica ... 210
11.1. Wiadomości ogólne o systemach miasto-miasto i stolica-stolica ... 210
11.2. Schematy ogólne urządzeń miasto-miasto i stolica-stolica ... 211
11.3. Translacja akustyczna wyjściowa końcowa *TAWk-I* i przyjściowa końcowa *TAPk-I* ... 215

12. Ruch telefoniczny ... 220
12.1. Wiadomości ogólne ... 220
12.2. Powiązanie między liczbą łączy i ruchem telefonicznym ... 222
12.3. Prawo wiązki ... 225
12.4. Przykład obliczania wyposażenia łącznicy miejskiej systemu 32AB ... 225

13. Automatyczne łącznice telefoniczne małej pojemności systemu Pentaconta ... 227
13.1. Wiadomości ogólne ... 227
13.2. Automatyczne łącznice abonenckie systemu Pentaconta ... 229
13.2.1. Ogólne wiadomości o łącznicach abonenckich ... 229
13.2.2. Łącznice abonenckie typu 5B i 7E ... 231
13.2.3. Ogólny opis działania łącznicy typu 5B i 7E ... 234
13.3. Opis szczegółowy połączenia wewnętrznego łącznicy typu 5B ... 236
13.3.1. Wiadomości ogólne ... 236
13.3.2. Wywołanie centrali przez *AbA* ... 238
13.3.3. Odbiór numeru *AbB* ... 241
13.3.4. Zajęcie cechownika przez zespół połączeniowy ... 244
13.3.5. Uruchomienie elektromagnesów drążkowych ... 244
13.3.6. Sprawdzenie zajętości łącza *AbB* ... 245
13.3.7. Łącze *AbB* wolne — uruchomienie elektromagnesu wybieraka liniowego i wywołanie abonenta ... 245
13.3.8. Zgłoszenie się *AbB* — rozmowa ... 246
13.3.9. Rozłączenie ... 246
13.3.10. Łącze *AbB* zajęte ... 247
13.3.11. Funktogram przebiegu połączenia wewnętrznego łącznicy typu 5B ... 247
13.4. Automatyczne łącznice wiejskie systemu Pentaconta 32 ... 250
13.4.1. Wiadomości ogólne o łącznicach wiejskich typu PC 32 ... 250
13.4.2. Łącznica wiejska typu PC 32 ... 250

14. Automatyczna łącznica miejska systemu Pentaconta 1000 C ... 253
14.1. Wiadomości ogólne ... 253
14.2. Zasada budowy bloków komutacyjnych łącznicy Pentaconta 1000 C ... 253
14.3. Układ zasadniczy łącznicy Pentaconta 1000 C ... 255
14.4. Bloki komutacyjne łącznicy Pentaconta 1000 C ... 259
14.4.1. Blok liniowy ... 259
14.4.2. Bloki grupowe ... 260
14.4.3. Bloki szukacza rejestrów i układów dołączających ... 264
14.5. Urządzenia sterujące łącznicy Pentaconta 1000 C ... 265
14.6. Opis ogólny przebiegu połączeń łącznicy Pentaconta 1000 C ... 267
14.6.1. Połączenie lokalne ... 267
14.6.2. Połączenie wychodzące ... 270
14.6.3. Połączenie przychodzące ... 271

15. Działanie automatycznej telefonicznej łącznicy miejskiej systemu Pentaconta 1000 C ... 272
15.1. Wiadomości ogólne ... 272
15.2. Preselekcja ... 272
15.3. Odbiór cyfr numeru abonenta żądanego ... 283
15.4. Selekcja grupowa ... 286
15.5. Selekcja liniowa i zestawienie połączenia ... 292

16. Łącznice międzymiastowe automatyczne ... 300
16.1. Wiadomości ogólne o łącznicy międzymiastowej automatycznej *GCI* ... 300
16.2. Układ blokowy łącznicy *GCI* ... 301
16.2.1. Stopień wybierczy łącznicy *GCI* ... 302
16.2.2. Jednostka kierowania łącznicy *GCI* ... 304
16.2.3. Jednostka przeliczników łącznicy *GCI* ... 306
16.2.4. Zespoły liniowe i sygnalizacja liniowa ... 308

16.3. Opis ogólny przebiegu połączeń ... 311
16.3.1. Ruch przychodzący i tranzytowy ... 311
16.3.2. Ruch wychodzący ... 313
16.4. Charakterystyka ogólna łącznic miejsko-międzymiastowych *LNI* ... 314

17. Łącznica międzynarodowa MN-60 ... 317
17.1. Charakterystyka ogólna łącznicy międzynarodowej MN-60 ... 317
17.2. Numeracja ... 318
17.3. Schemat ogólny łącznicy typu MN-60 i opis połączenia ... 319

18. Wiadomości ogólne o łącznicach elektronicznych ... 324
18.1. Wprowadzenie ... 324
18.2. Rys historyczny rozwoju i ogólna struktura łącznic elektronicznych ... 326
18.3. Idea sterowania programowanego ... 346

19. Układ zasadniczy systemu E-10 ... 355
19.1. Struktura ogólna ... 355
19.2. Blok 1 — przyłączeniowy ... 356
19.3. Blok 2 — komutacyjny ... 358
19.4. Blok 3 — sterujący ... 360
19.5. Blok 4 — nadzorczy ... 367
19.6. Telestrady ... 369
19.7. Kanały sygnalizacyjne ... 370
19.8. Ogólny opis zestawienia połączeń ... 373
19.8.1. Nowe zgłoszenie ... 373
19.8.2. Odbiór informacji wybierczych ... 376
19.8.3. Zestawienie połączenia ... 377
19.8.4. Taryfikacja ... 380
19.8.5. Rozłączenie ... 381
19.9. Zastosowanie łącznic E-10 ... 382
19.10. Łącznice dużych pojemności ... 382

20. System TCK 30/32 telefonii wielokrotnej z modulacją impulsowo-kodową *PCM* ... 384
20.1. Wiadomości ogólne ... 384
20.2. System TCK 30/32 ... 397

21. Jednostki przyłączeniowe ... 400
21.1. Wiadomości ogólne ... 400
21.2. Procesor *ELS* ... 401
21.3. Koncentrator *CSA* ... 404
21.4. Grupa synchronizacji satelitów *GSC* ... 411
21.5. Grupa synchronizacji łączy analogowych *GSM* ... 413
21.6. Grupa synchronizacji łączy cyfrowych *GSC* ... 413
21.7. Zespół sygnałów tonowych i pomocniczych *ETA* ... 414

22. Czasowe pole komutacyjne *PKc* ... 416

23. Zespoły sterujące łącznicy ... 422
23.1. Cechownik *MQ* ... 422
23.2. Multirejestr *MR* ... 425
23.3. Przelicznik *TR* ... 429
23.4. Taryfikator *TX* ... 431
23.5. Zespół kontrolny *OC* ... 433

24. Centrum eksploatacji technicznej *CET* ... 435

25. Instalacja łącznic systemu E-10 ... 438
25.1. Uwagi ogólne ... 438
25.2. Konstrukcja mechaniczna ... 440
25.2.1. Konstrukcja wsporcza (szkielet) ... 440
25.2.2. Pakiet ... 441
25.2.3. Stojak ... 442

25.3. Rozmieszczenie sprzętu ... 443
25.3.1. Centrum komutacyjne ... 443
25.3.2. Centrum eksploatacji technicznej ... 445
25.4. Klimatyzacja ... 445

26. Zasilanie central telefonicznych ... 447
26.1. Wiadomości ogólne ... 447
26.2. Źródła prądu stałego ... 448
26.2.1. Ogniwa galwaniczne pierwotne ... 448
26.2.2. Akumulatory ... 449
26.2.3. Przetwornica sygnałowa ... 452
26.2.4. Przetwornica tranzystorowa ... 452
26.2.5. Przetwornica tyrystorowa ... 453
26.3. Prostowniki ... 454
26.4. Systemy zasilania central telefonicznych elektromechanicznych ... 456
26.5. Zasilanie central telefonicznych elektronicznych E-10 ... 458

1. Wiadomości wstępne

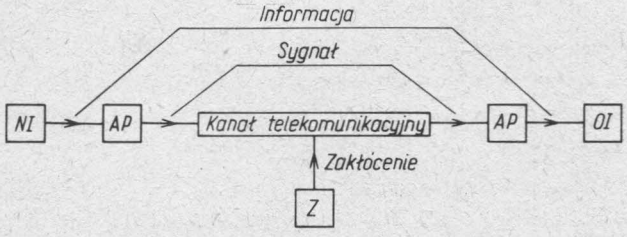
1.1. Pojęcia ogólne i podstawowe telekomunikacji

Telekomunikacja jest to dziedzina wiedzy i działalności, głównie technicznej, zajmująca się przekazywaniem na odległość informacji, przeważnie za pomocą energii elektrycznej.

Przez informację rozumie się mowę, śpiew, muzykę, znaki pisma, obrazy ruchome i nieruchome, wartości pomiarowe, dane cyfrowe itp. kierowane od nadawcy do odległego odbiorcy. Informacja jest zazwyczaj nadawana i odbierana przez człowieka, ale może być również nadawana i odbierana przez urządzenia techniczne, przystosowane do wykonywania tych czynności.

Telekomunikacja zajmuje się formą i kształtem informacji oraz przekazywaniem jej w sposób możliwie wierny. Nie zajmuje się procesem powstawania informacji, jej treścią i sensem. Podstawowymi czynnościami, spełnianymi w procesie przekazywania informacji, są: przetworzenie, przez nadawczy aparat przetwórczy, informacji na sygnał elektryczny charakteryzujący się zmianami wielkości elektrycznych, np. napięcia, prądu, częstotliwości itp.; przesłanie sygnału drogą przesyłową, zwaną kanałem telekomunikacyjnym, oraz przetworzenie sygnału elektrycznego, przez odbiorczy aparat przetwórczy, na informację, odpowiadającą informacji pierwotnej.

Urządzenia służące do przekazywania informacji tworzą łańcuch telekomunikacyjny (rys. 1.1.). **Łańcuch telekomunikacyjny** jest to zespół dwóch aparatów przetwórczych i zawartego między nimi kanału telekomunikacyjnego.



Rys. 1.1. Łańcuch telekomunikacyjny

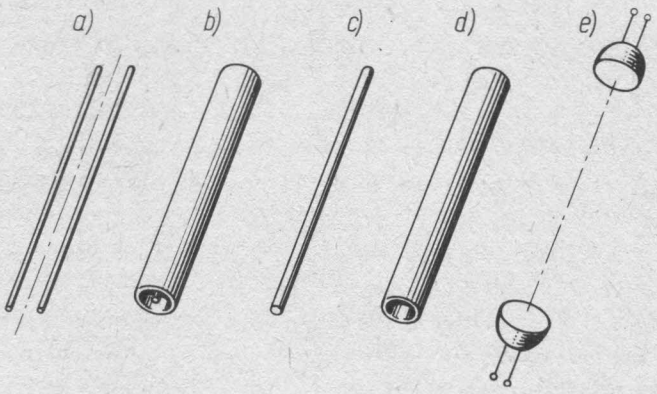
AP — aparat przetwórczy, *NI* — nadawanie informacji, *OI* — odbiór informacji, *Z* — źródło zakłóceń

Aparat przetwórczy jest urządzeniem technicznym służącym do przetwarzania informacji na sygnał elektryczny lub odwrotnie.

Kanał telekomunikacyjny, zwany również drogą przesyłową sygnału, jest to zespół urządzeń technicznych służących do przesyłania sygnałów elektrycznych na odległość.

W telekomunikacji stosuje się kanały przestrzenne, częstotliwościowe, czasowe oraz kanały kombinowane przestrzenno-częstotliwościowe i przestrzenno-czasowe.

Kanałem telekomunikacyjnym przestrzennym nazywa się kanał telekomunikacyjny, w którym strefa przestrzeni, uczestnicząca w przesyłaniu sygnałów elektrycznych, jest w wystarczającym stopniu ograniczona w kierunku prostopadłym do kierunku ruchu energii sygnału. Można sobie wyobrazić taki kanał jako walec o określonym promieniu. Kanały przestrzenne są tworzone za pomocą torów telekomunikacyjnych przewodowych symetrycznych (napowietrznych lub kablowych), falowodowych lub radiowych (rys. 1.2).



Rys. 1.2. Rodzaje torów telekomunikacyjnych

a — tor przewodowy symetryczny, *b* — tor przewodowy współosiowy, *c* — tor falowodowy otwarty, *d* — tor falowodowy zamknięty, *e* — tor radiowy

Kanałem telekomunikacyjnym częstotliwościowym nazywa się kanał telekomunikacyjny, w którym energia sygnału jest zawarta wewnątrz ograniczonego pasma częstotliwości, a nie jest ograniczona w przestrzeni, zaś kanałem telekomunikacyjnym czasowym — kanał ograniczony pod względem czasu (sygnały przesyłane są w określonych przedziałach czasu odpowiadających danemu kanałowi czasowemu).

W zależności od przeznaczenia albo celu przekazywania informacji telekomunikacja dzieli się na

— **telekomunikację porozumiewawczą,** która realizuje łączność między dwoma albo wieloma punktami; w obu przypadkach łączność może mieć charakter stały (sieć stała) albo punkty mogą być wybierane spośród pewnej liczby punktów tworzących sieć komutowaną;
— **telekomunikację rozsiewczą,** która służy do jednokierunkowego rozpowszechniania informacji od punktu nadawczego do dużej liczby punktów odbiorczych;
— **telekomunikację zbiorczą,** jednokierunkową, służącą do zbierania w jednym punkcie informacji pochodzących z wielu punktów.

Inny podział telekomunikacji uwzględnia rodzaj przesyłanych informacji. W zależności od tego rozróżnia się:

— **telefonię** i **radiofonię,** zajmujące się przekazywaniem dźwięków;
— **telegrafię,** zajmującą się przekazywaniem znaków pisma oraz wiele innych dziedzin, jak telewizja (przekazywanie obrazów ruchomych), sygnalizacja (przekazy-

wanie umownych znaków), telemetria (przekazywanie wartości pomiarowych), telemechanika (przekazywanie impulsów sterujących) i transmisja danych (teledacja, przekazywanie danych cyfrowych).

Z punktu widzenia czynności dokonywanych w czasie przekazywania informacji rozróżnia się w telekomunikacji:

— **technikę przetwarzania,** zajmującą się urządzeniami służącymi do przetwarzania informacji na sygnał elektryczny i na odwrót, jak aparat telefoniczny, aparat telegraficzny itd.;

— **technikę przesyłania,** czyli teletransmisję (przewodową i radiową), zajmującą się zagadnieniami przesyłania sygnałów elektrycznych od punktu do punktu sieci telekomunikacyjnej drogą przewodową (teletransmisja przewodowa) i radiową (teletransmisja radiowa);

— **telekomutację** zajmującą się zestawianiem i rozłączaniem elementów drogi przesyłowej sygnałów w celu dokonania czasowego połączenia między żądanymi punktami sieci telekomunikacyjnej; telekomutacja obejmuje projektowanie, wytwarzanie, instalowanie i eksploatację urządzeń telekomutacyjnych (telefonicznych, telegraficznych i innych) oraz zagadnienia ruchu w sieciach telekomunikacyjnych.

Siecią telekomunikacyjną nazywa się zespół linii teletransmisyjnych, central telefonicznych i telegraficznych, aparatów przetwórczych (telefonicznych, telegraficznych i innych), powiązanych z sobą w funkcjonalną całość, przeznaczoną do świadczenia usług telekomunikacyjnych (telefonicznych, telegraficznych i innych). Rozróżnia się sieci telekomunikacyjne powszechnego użytku (zazwyczaj jedną dla kraju) i sieci telekomunikacyjne specjalne (np. kolejnictwa, energetyki itp.). Sieci telekomunikacyjne krajów są z sobą powiązane i tworzą sieć kontynentalną, zaś sieci kontynentalne — sieć światową.

W każdej sieci telekomunikacyjnej istnieje pewna liczba sieci łączy, tj. zespołów łączy określonego rodzaju (np. telefonicznych, telegraficznych i innych), wchodzących w skład danej sieci teletransmisyjnej. Przekazywanie wiadomości słownych za pomocą sieci telefonicznej nazywa się ruchem telefonicznym.

Centralą telefoniczną nazywa się zespół urządzeń zawierających łącznicę telefoniczną oraz urządzenia pomocnicze, jak przełącznice, urządzenia badaniowe i zasilające. W zależności od zadań spełnianych w sieci telefonicznej rozróżnia się:

— **centrale międzynarodowe,** których zadaniem jest obsługa ruchu telefonicznego międzynarodowego abonentów rozmieszczonych na obszarach różnych sieci krajowych;

— **centrale międzymiastowe,** załatwiające ruch telefoniczny międzymiastowy abonentów rozmieszczonych na ich obszarach, zwanych strefami numeracyjnymi;

— **centrale miejscowe,** których zadaniem jest obsługa ruchu telefonicznego abonentów rozmieszczonych na obszarze określonej miejscowości; dana miejscowość może być obsługiwana przez jedną centralę miejscową lub przez kilka central tworzących układ wielocentralowy. Centrala miejscowa położona na obszarze miasta nazywa się centralą miejską, a centrala miejscowa położona na obszarze wiejskim — centralą wiejską;

— **centrale abonenckie,** które umożliwiają zestawianie połączeń między dołączonymi

do nich aparatami telefonicznymi bez pośrednictwa centrali miejscowej oraz są połączone z centralami miejscowymi dla obsługi ruchu telefonicznego miejscowego wychodzącego i przychodzącego.

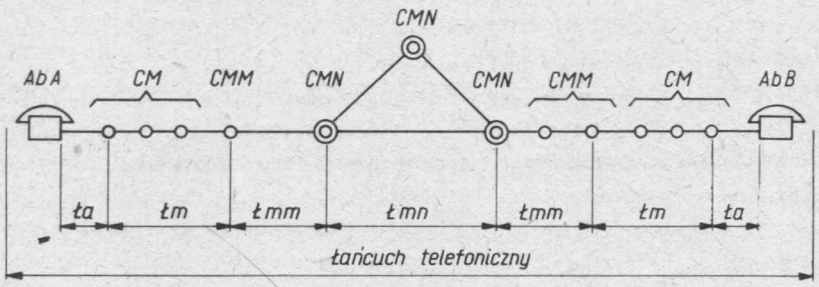
Procesy komutacyjne, zwane inaczej **łączeniowymi,** mają miejsce wówczas, gdy droga przesyłowa jest tworzona z pewnej liczby łączy. Łączem nazywamy zespół środków technicznych, umożliwiających przesyłanie sygnałów od punktu do punktu, przeznaczony do realizacji określonego rodzaju usługi telekomunikacyjnej, jednej i tylko jednej w danej chwili, w założeniu, że zespół ten w warunkach eksploatacyjnych nie podlega podziałowi na krótsze odcinki.

Każde łącze jest zakończone albo aparatem przetwórczym (z jednej lub z obu stron) albo organami komutacyjnymi centrali, umożliwiającymi zestawianie łączy. Aparaty przetwórcze i organy komutacyjne nie wchodzą w skład łączy. Łącze może wchodzić w skład zestawu łączy, połączonych ze sobą łańcuchowo na okres czasu potrzebny do przekazania informacji. Zestaw łączy wraz z aparatami przetwórczymi tworzy łańcuch telekomunikacyjny.

W zależności od rodzaju realizowanej usługi rozróżnia się łącza i łańcuchy telekomunikacyjne następujących rodzajów: telefoniczne, telegraficzne, sygnalizacyjne, transmisji danych, radiofoniczne, radiokomunikacyjne itd.

W dalszym ciągu będą rozpatrywane tylko zagadnienia związane z urządzeniami telekomunikacyjnymi telefonicznymi.

Łańcuch telefoniczny (rys. 1.3) zawiera zestaw łączy telefonicznych, komutowanych w centralach telefonicznych wraz z aparatami telefonicznymi. Pełny, międzynarodowy łańcuch telefoniczny zawiera zestaw łączy międzynarodowych oraz zestaw łączy międzymiastowych i miejscowych.



Rys. 1.3. Łańcuch telefoniczny

AbA — aparat telefoniczny abonenta wywołującego, *AbB* — aparat telefoniczny abonenta żądanego, *CM* — centrala miejscowa, *CMM* — centrala międzymiastowa, *CMN* — centrala międzynarodowa, *Ła* — łącze abonenckie, *Łm* — łącze miejscowe, *Łmm* — łącze międzymiastowe, *Łmn* — łącze międzynarodowe

Łącza telefoniczne mogą być dwukierunkowe, umożliwiające przesyłanie sygnałów w obu kierunkach i jednokierunkowe, umożliwiające przesyłanie sygnałów tylko w jednym kierunku.

Zależnie od rodzaju użytego toru rozróżnia się łącza przewodowe, radiowe i falowodowe.

Z punktu widzenia obszarów sieci telefonicznej, na których **łącza** występują, dzielimy je na:

— **międzynarodowe,** wiążące centrale międzynarodowe, zlokalizowane na terytoriach różnych krajów;
— **międzymiastowe,** wiążące dwie miejscowości, w których znajdują się centrale międzymiastowe różnych stref numeracyjnych;
— **wewnątrzstrefowe,** wiążące dwie centrale telefoniczne różnych sieci miejscowych, należących do tej samej strefy numeracyjnej;
— **międzycentralowe,** wiążące dwie dowolne centrale na obszarze tej samej sieci miejscowej;
— **centralkowe,** wiążące centralę telefoniczną abonencką z centralą telefoniczną miejscową;
— **abonenckie** — łącze telefoniczne między aparatem telefonicznym a centralą telefoniczną miejscową lub abonencką;
— **bezpośrednie** — łącze telefoniczne między centralą telefoniczną międzymiastową a aparatem telefonicznym, rozmównicą telefoniczną lub centralą abonencką.

Pod względem budowy łączy rozróżniamy
— **łącze naturalne,** tj. łącze telefoniczne utworzone z jednego lub kilku, połączonych łańcuchowo kanałów naturalnych, czyli kanałów telekomunikacyjnych, w których przesyłane widmo częstotliwości sygnału nie podlega przemianie;
— **łącze nośne,** tj. łącze telefoniczne utworzone z jednego lub kilku, połączonych łańcuchowo telefonicznych kanałów nośnych, tj. takich kanałów telekomunikacyjnych, w których doprowadzone do nich widma częstotliwości sygnałów podlegają na ich początkach przemianie, a na ich końcach — odwrotnej przemianie, przywracającej widmom ich pierwotną postać;
— **łącze jednotorowe** — łącza telefoniczne naturalne utworzone za pomocą jednego toru, wspólnego dla obu kierunków przesyłania sygnałów:
— **łącza dwutorowe** — łącza telefoniczne naturalne, utworzone za pomocą dwóch torów, oddzielonych dla każdego kierunku przesyłania sygnałów.

Ostatni wreszcie podział łączy uwzględnia spełniane przez nie funkcje. Rozróżniamy więc:
— **łącza wychodzące,** przeznaczone do obsługiwania ruchu wychodzącego z danej centrali;
— **łącza przychodzące,** przeznaczone do obsługiwania ruchu przychodzącego do danej centrali;
— **łącza skrośne** — łącza pomiędzy dwiema centralami telefonicznymi omijające centrale, położone na normalnej drodze łączeniowej między tymi centralami;
— **łącza zgłoszeniowe** — łącza telefoniczne między centralami miejscowymi a centralą międzymiastową;
— **łącza pośredniczące** między centralą międzymiastową a centralą miejscową.

Łącza mogą być zestawiane ręcznie, kiedy połączenia telefoniczne są tworzone na obu ich końcach przez telefonistki; półautomatycznie — kiedy telefonistka centrali wyjściowej tworzy połączenie z abonentem żądanym bez udziału innej telefonistki i automatycznie — kiedy abonent tworzy sam. bez udziału telefonistki, połączenie z abonentem żądanym.

Urządzenia techniczne, realizujące główne procesy komutacyjne, nazywają się

łącznicami, które są zbudowane z takich elementów komutacyjnych, jak:

— gniazda, wtyczki i przełączniki w przypadku łącznic ręcznych;

— przekaźniki i wybieraki w wypadku łącznic automatycznych elektromechanicznych;

— elementy elektroniczne w wypadku łącznic automatycznych elektronicznych.

Zadaniem łącznic telefonicznych jest zestawianie łączy telefonicznych w celu tworzenia połączeń telefonicznych.

W łącznicach ręcznych tworzenie połączeń jest dokonywane przez telefonistkę, a w łącznicy automatycznej — odbywa się automatycznie odpowiednio do numeru abonenta wybieranego przez abonenta wywołującego.

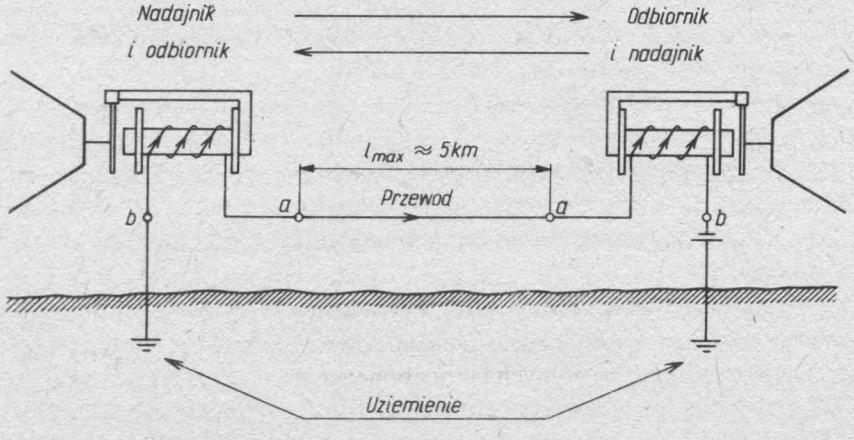
1.2. Telekomutacja

Telekomutacja obejmuje zestawianie i rozłączanie elementów drogi przesyłowej sygnałów w celu tworzenia połączeń między żądanymi punktami sieci i zajmuje się projektowaniem, wytwarzaniem, instalowaniem i eksploatacją łącznic oraz zagadnieniem ruchu w sieciach.

Podręcznik zajmuje się wyłącznie telekomutacją telefoniczną.

Możliwości techniczne przekazywania mowy na odległość powstały po skonstruowaniu w 1876 r. przez Amerykanina Grahama Bella **telefonu**, będącego prototypem współczesnej słuchawki telefonicznej.

Układ, służący do przekazywania mowy na odległość, opatentowany przez Bella (rys. 1.4), składał się z dwóch jednakowych elementów, zwanych telefonami, z których jeden był nadajnikiem, a drugi — odbiornikiem. W nadajniku i odbiorniku znajdowały się elektromagnesy z rdzeniami z miękkiej stali, zasilane prądem pobieranym z baterii. Kotwice obu elektromagnesów były sprzęgnięte z błonami. Gdy w błonę nadajnika uderzały fale głosowe, drgała ona, zbliżając i oddalając kotwicę od elektromagnesu, co wywoływało zmianę natężenia pola magnetycznego. Zmiany te wywoły-

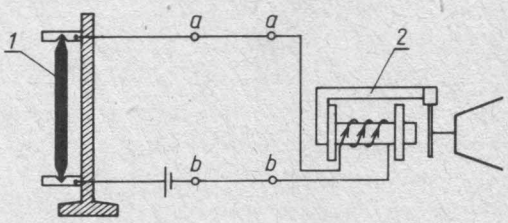


Rys. 1.4. Schemat telefonu Bella

wały z kolei indukowanie siły elektromotorycznej w uzwojeniu elektromagnesu i przepływ prądu przez oba, połączone szeregowo, uzwojenia. Zmiany prądu wywoływały drgania kotwicy i błony odbiornika, która dzięki temu odtwarzała fale głosowe, odebrane przez odbiornik.

Przedstawione urządzenie nie nadawało się do praktycznego użytku i wkrótce zostało udoskonalone. Zasięg telefonowania był jednakże mimo to niewielki i wynosił zaledwie kilka kilometrów.

Zwiększanie zasięgu telefonowania uzyskano po wynalezieniu przez Dawida Hughesa w 1878 r. **mikrofonu węglowego.** Mikrofon Hughesa (rys. 1.5) składał się z pałeczki węglowej, zaostrzonej na obu końcach i osadzonej luźno między klockami węglowymi. Nawet lekkie wstrząsy pałeczki, wywołane uderzeniami fali głosowej, powodowały wierne odtwarzanie dźwięków odebranych przez mikrofon.



Rys. 1.5. Mikrofon węglowy Hughesa
1 — pałeczka węglowa, *2* — telefon Bella

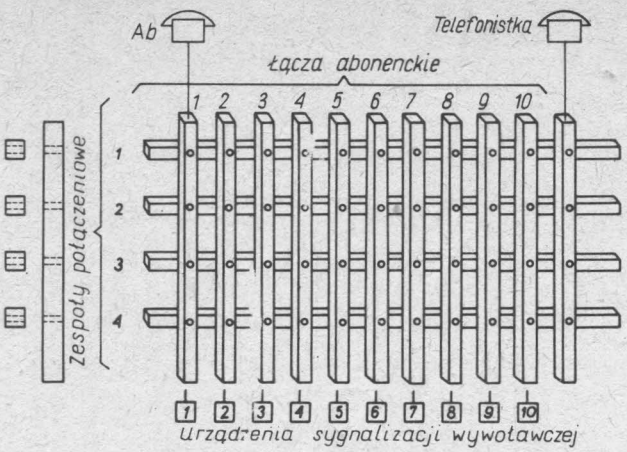
Znacznie zwiększyło zasięg telefonowania rozdzielenie obwodu mikrofonowego od obwodu słuchawkowego, zaproponowane przez Amerykanina Tomasza Alva Edisona.

Następnie do aparatu telefonicznego wprowadzono **dzwonek elektryczny** do odbierania sygnałów wezwania do rozmowy oraz samoczynny przełącznik obwodów rozdzielający obwód rozmówny od obwodu sygnalizacyjnego.

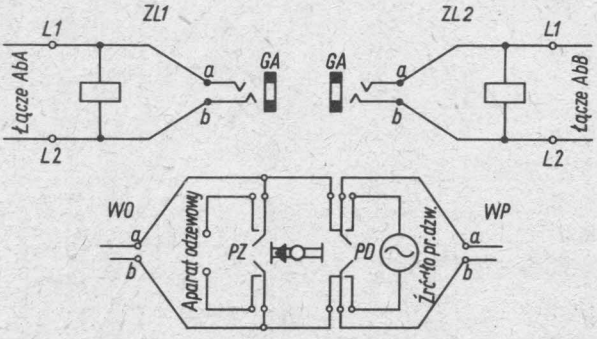
W początkach rozwoju telefonii aparaty telefoniczne służyły tylko do połączenia wybranych punktów stałych i tylko z tych punktów można się było porozumiewać. Przy większej liczbie aparatów, rozmieszczonych w różnych miejscach, każdy aparat musiał być połączony z innym za pomocą oddzielnego łączenia telefonicznego. Konieczne stało się urządzenie pośredniczące, które umożliwiałoby łączenie ze sobą dowolnych aparatów telefonicznych na czas potrzebny do przeprowadzenia rozmowy telefonicznej. Zadanie takie spełniła **łącznica telefoniczna.**

Pierwsza łącznica telefoniczna zaczęła pracować w 1878 r. w New Haven w Stanach Zjednoczonych. Ówczesne łącznice telefoniczne (rys. 1.6) były wzorowane na telegraficznych przełącznikach krzyżowych. Do łączenia abonentów służyły metalowe listwy poziome, krzyżujące się z listwami pionowymi i przeprowadzone w niewielkiej od nich odległości. Połączenia wykonywano za pomocą metalowych kołków, wtykanych w otwory listew.

Opisany system był niedogodny, toteż wkrótce poczęto stosować system łącznic, w którym łącza abonenckie kończą się gniazdami, umieszczonymi na pionowej ścianie łącznicy. Do łączenia poszczególnych łączy abonenckich ze sobą służą sznury, zakończone wtyczkami, które wtyka się do gniazd, stanowiących zakończenie łączy abonenckich (rys. 1.7).



Rys. 1.6. Łącznica telefoniczna ręczna zbudowana ze skrzyżowanych prętów



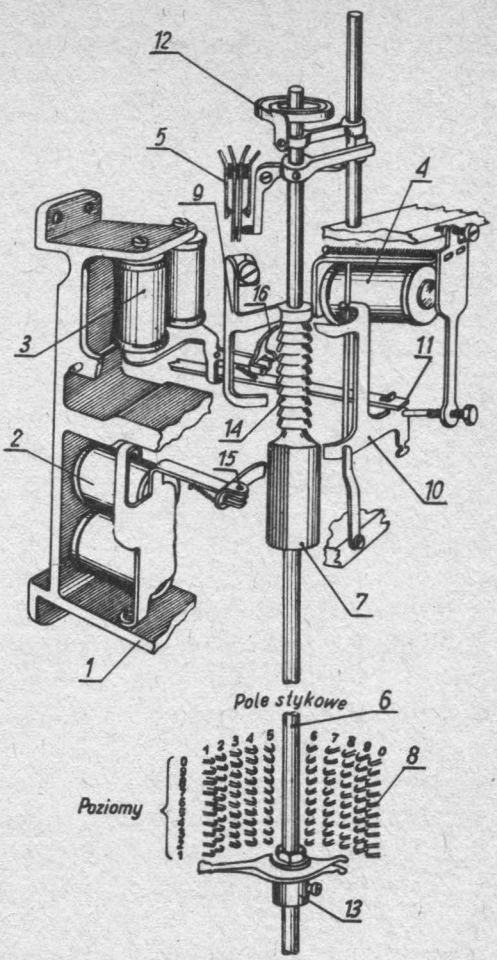
Rys. 1.7. Zasada budowy łącznicy telefonicznej ręcznej ze sznurowymi zespołami połączeniowymi
GA — gniazdko abonenckie, *PD* — przełącznik dzwonienia, *PZ* — przełącznik zgłoszeniowy, *WO* — wtyczka odzewowa, *WP* — wtyczka połączeniowa, *ZL* — zespół liniowy łącza abonenckiego, *ZP* — zespół połączeniowy

Już w początkach rozwoju telefonii usiłowano zastąpić udział obsługi ludzkiej w procesie dokonywania połączeń urządzeniem mechanicznym, które mogłoby odebrać wywołanie od abonenta, zbadać czy żądany abonent nie jest zajęty w danej chwili inną rozmową, wywołać go, połączyć abonentów i rozłączyć ich po zakończeniu rozmowy, przy czym abonent powinien mieć możliwość sterowania urządzeniami łącznicy ze swojego aparatu.

Pierwszy, istotnie przydatny do praktycznego użytku element komutacyjny, spełniający te wymagania powstał w 1889 r. w Stanach Zjednoczonych. Był to **wybierak podnosząco-obrotowy** (rys. 1.8), od nazwiska swego wynalazcy zwany wybierakiem Strowgera. Sterowanie wybierakiem Strowgera odbywa się za pomocą impulsów elektrycznych, wysyłanych przez abonenta, za pośrednictwem tarczy numerowej, stanowiącej część składową aparatu telefonicznego.

Pierwszą **automatyczną centralę telefoniczną** z wybierakiem Strowgera oddano do użytku w 1892 r. w La Porte w Stanach Zjednoczonych.

W Europie system Strowgera przyjęto w 1907 r. Pierwszą automatyczną centralę



Rys. 1.8. Wybierak podnosząco-obrotowy Strowgera

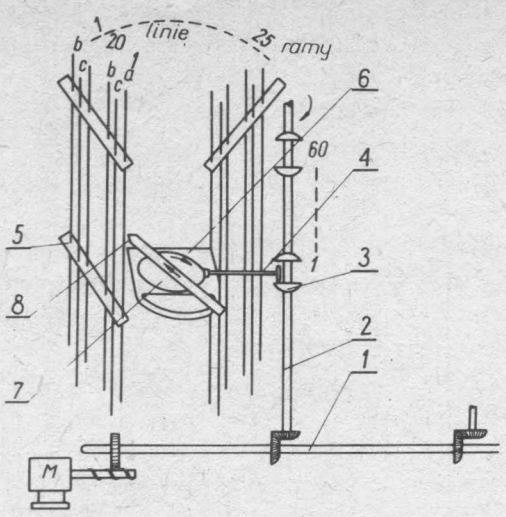
1 — korpus wybieraka, *2* — elektromagnes ruchu obrotowego, *3* — elektromagnes ruchu podnoszącego, *4* — elektromagnes zwalniający, *5* — zespół zestyków ruchu podnoszącego, *6* — oś (stalowa) wybieraka, *7* — piasta (mosiężna), *8* — pole stykowe, *9* — prowadnica, *10* — zapadka podwójna, *11* — sprężyna zapadki podwójnej. *12* — sprężyna zwrotna. *13* — szczotka, *14* — zębatka, *15* — zapadka ruchu obrotowego, *16* — zapadka ruchu pionowego

telefoniczną zbudowało w 1908 r. w Hildesheim przedsiębiorstwo niemieckie Siemens i Halske.

Łącznice telefoniczne systemu Strowgera, które w 1905 r. wytwarzało amerykańskie przedsiębiorstwo Automatic Electric Company w Chicago, miały tylko wybieraki podnosząco-obrotowe 10-poziomowe z 10 wyjściami w każdym poziomie. Dopiero później łącznice te zostały wyposażone w obrotowe wybieraki wstępne.

Około 1910 r. istniały już możliwości techniczne całkowitego przejścia na system automatyczny, ale koszty wymiany pracujących łącznic ręcznych na łącznice automatyczne były zbyt duże. Z tego względu przejście z obsługi ręcznej na automatyczną odbywało się stopniowo poprzez system półautomatyczny, polegający na tym, że sterowanie wybierakami było dokonywane nie przez abonentów, lecz przez telefonistki.

Po pierwszej wojnie światowej nastąpił szybki rozwój telekomutacji, tak pod względem konstrukcji, jak i zastosowania. Obok elektromagnesowego systemu Strowgera pojawiły się systemy maszynowe, jak system Panel w Stanach Zjednoczonych, system Rotary we Francji i system Ericssona w Szwecji.



Rys. 1.9. Zasada działania wybieraka maszynowego

1 — wałek napędowy poziomy, *2* — wałek napędowy pionowy, *3* — koło zębate, *4* — oś koła zębatego, *5* — szczebel izolacyjny, *6* — podstawa wybieraka, *7* — tarcza (talerz) wybieraka, *8* — ramię szczotkowe, *M* — silnik napędowy

Ogólną cechą systemów maszynowych było zastosowanie do dokonywania połączeń wybieraków maszynowych (rys. 1.9).

W pierwszym okresie rozwoju łącznice automatyczne miały złożoną budowę mechaniczną i proste układy elektryczne. Stopniowo upraszczała się budowa mechaniczna łącznic, a układy elektryczne stawały się coraz bardziej złożone.

W 1913 r. Amerykanin Reynolds opatentował nowy rodzaj wybieraka, a mianowicie **wybierak zestykowy krzyżowy.** Z powodu dużych nakładów inwestycyjnych, potrzebnych do uruchomienia produkcji nowego sprzętu, nie spotkał się on z zainteresowaniem ze strony przemysłu. Dopiero w 1919 r. szwedzka firma, kierowana przez inż. Betulandera, zastosowała udoskonalony wybierak krzyżowy w doświadczalnych łącznicach telefonicznych. Ponieważ prowadzone doświadczenia wykazały, że wybieraki krzyżowe mają wiele zalet w porównaniu z wybierakami innych rodzajów, przeto dalsze lata przyniosły rozwój łącznic telefonicznych, wyposażonych w te wybieraki.

W 1926 r. uruchomiono w Sundsvall, w Szwecji, pierwszą miejską centralę telefoniczną dużej pojemności, wyposażoną w łącznicę z wybierakami krzyżowymi.

Po drugiej wojnie światowej wiele firm w świecie podjęło prace nad własnymi systemami automatycznych łącznic telefonicznych z wybierakami krzyżowymi. W ich liczbie znalazły się **Zakłady Wytwórcze Urządzeń Telefonicznych,** które na początku lat sześćdziesiątych opracowały własny, oryginalny **wybierak krzyżowy typu WK-610** i własny system automatycznych łącznic z wybierakami krzyżowymi.

Niezależnie od tego od 1974 r. zakłady te produkują, na podstawie licencji francuskich firm Le Matériel Téléphonique i Compagnie Générale de Constructions Téléphoniques sprzęt automatycznych łącznic telefonicznych **systemu krzyżowego Pentaconta:** miejskich PC 1000 C, miejsko-międzymiastowych LNI, międzymiastowych GCI, wiejskich PC-32 i abonenckich 5B, 7E, 18E i PC 1000.

Opanowanie produkcji automatycznych łącznic telefonicznych z wybierakami krzyżowymi stanowi kres możliwości urządzeń komutacyjnych elektromechanicznych. Dalszy rozwój w tej dziedzinie jest możliwy jedynie dzięki zastosowaniu

elementów elektronicznych. Próby takie miały miejsce już w latach trzydziestych, ale właściwy rozwój rozpoczął się dopiero po drugiej wojnie światowej.

Opracowano wiele eksperymentalnych łącznic telefonicznych, w których do celów komutacyjnych wykorzystano lampy gazowane o zimnej katodzie. Dopiero jednak wynalazek tranzystora, a następnie układów scalonych nadał właściwy kierunek rozwojowi łącznic elektronicznych.

W początkowym okresie wprowadzono elementy elektroniczne do układów sterowania łącznic elektromechanicznych, a następnie zaczęto je również wykorzystywać do celów komutacyjnych. W ten sposób powstały łącznice całkowicie elektroniczne, w których nie ma zupełnie zestyków mechanicznych.

Łącznice elektroniczne należą do systemu z tzw. **przestrzennym rozdziałem dróg rozmównych** albo z tzw. **czasowym rozdziałem dróg rozmównych.** Do tego ostatniego systemu należą **łącznice elektroniczne E-10** (Citedis) produkowane od 1974 r. przez **Wielkopolskie Zakłady Teleelektroniczne Teletra** na podstawie licencji firm francuskich Compagnie Industrielle des Télécommunications i Société Lannionnaise d'Electronique.

1.3. Budowa sieci telefonicznej użytku publicznego

W Polsce **sieć telefoniczna użytku publicznego** jest trójpłaszczyznowa.

Na najniższej płaszczyźnie znajdują się **sieci miejscowe**, z których każda obsługuje przeważnie obszar jednej miejscowości.

Kolejną płaszczyznę tworzą **sieci wewnątrzstrefowe,** z których każda obejmuje wszystkie sieci miejscowe, znajdujące się na pewnym obszarze zespolonym pod względem gospodarczym i administracyjnym na tyle, że celowe jest zautomatyzowanie na tym obszarze ruchu telefonicznego i zastosowanie tzw. skrytej numeracji abonentów, objaśnionej w następnych rozdziałach. Obszar taki nazywa się **strefą.**

Trzecią płaszczyzną sieci użytku publicznego jest **sieć międzymiastowa**, wiążąca z sobą poszczególne sieci wewnątrzstrefowe.

Sieci telefoniczne użytku publicznego poszczególnych krajów są powiązane z sobą tworząc **sieć międzynarodową.**

Sieci telefoniczne miejscowe i wewntąrzstrefowe są zbudowane z **central miejscowych (miejskich** i **wiejskich)** wraz z przyłączonymi do nich, za pomocą łączy abonenckich, aparatów telefonicznych abonenckich oraz wiązek łączy międzycentralowych.

Natomiast w sieci międzymiastowej i międzynarodowej występują **centrale międzymiastowe** i **międzynarodowe** oraz wiązki łączy międzymiastowych i międzynarodowych.

Centrala miejscowa uczestniczy w zestawianiu połączeń miejscowych oraz międzymiastowych (wychodzących i przychodzących), a centrala międzymiastowa — połączeń międzymiastowych, tj. połączeń telefonicznych między abonentami znajdującymi się na obszarze podporządkowanej sobie strefy numeracyjnej lub jej części a abonentami należącymi do innej strefy numeracyjnej.

Podobnie centrala międzynarodowa uczestniczy w zestawianiu połączeń międzynarodowych, tj. połączeń między abonentami znajdującymi się na obszarze danego kraju lub jego części a abonentami innego kraju.

Odrębną kategorię stanowią **sieci zakładowe** i **resortowe**, utworzone z **central abonenckich** oraz wiązek łączy łączących je między sobą oraz z centralami miejscowymi.

Centrale abonenckie uczestniczą w zestawianiu połączeń wewnętrznych oraz połączeń miejscowych, międzymiastowych i międzynarodowych uzyskiwanych za pośrednictwem central sieci użytku publicznego.

2. Przekaźniki telefoniczne obojętne

2.1. Wiadomości wstępne

Telefoniczny przekaźnik elektromagnetyczny obojętny jest to element służący do zamykania i otwierania obwodów elektrycznych, działający pod wpływem prądu elektrycznego przepływającego przez jego zwojnicę.

Przekaźniki obojętne (neutralne) są podstawowymi elementami konstrukcyjnymi automatycznych łącznic telefonicznych i telegraficznych systemów elektromechanicznych, łącznic telefonicznych ręcznych, urządzeń sygnalizacyjnych i innych.

Telefoniczny przekaźnik obojętny jest elementem, za pomocą którego zmiana stanu jednego obwodu elektrycznego powoduje zmianę stanu jednego lub wielu innych obwodów.

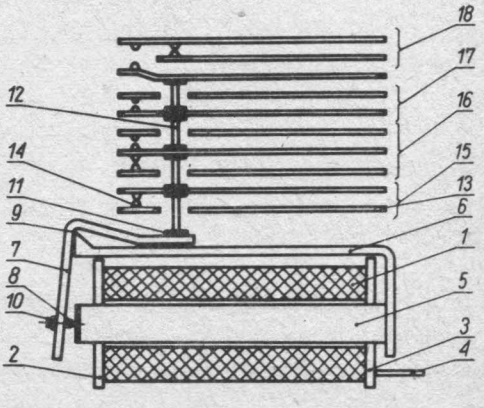
Części składowe przekaźnika obojętnego tworzą następujące współdziałające z sobą układy:

a) **układ odbiorczy**, zasilany energią elektryczną prądu stałego lub przemiennego o małej częstotliwości, utworzony ze zwojnicy, nawiniętej na stalowym rdzeniu;

b) **układ pośredniczący**, zamieniający energię elektryczną układu odbiorczego na energię strumienia magnetycznego, który pojawia się w obwodzie magnetycznym przekaźnika, złożonym z rdzenia, jarzma i kotwicy; w obwodzie magnetycznym występuje niewielka szczelina powietrzna;

c) **układ wykonawczy**, uruchamiający, pod działaniem kotwicy, zestyki, wykonane ze sprężyn stykowych, zakończonych styczkami z metali szlachetnych.

Przekładowy przekaźnik telefoniczny obojętny, znany jako przekaźnik typu B1, przedstawiono na rys. 2.1. Na rdzeniu o przekroju kołowym nawija się, izolowanym



Rys. 2.1. Zasada budowy przekaźnika telefonicznego obojętnego typu B1

1 — cewka, *2* — przedni boczek cewki, *3* — tylny boczek cewki, *4* — końcówka montażowa, *5* — rdzeń, *6* — jarzmo, *7* — kotwica, *8* — szczelina powietrzna, *9* — łożysko kotwicy, *10* — słupek niemagnetyczny regulowany (wkręt), *11* — słupek izolacyjny, *12* — słupek podnoszący, *13* — sprężyna stykowa, *14* — styczka, *15* — zestyk rozwierny, *16* — zestyk przełączny, *17* — zestyk zwierny, *18* — zestyk przełączny bezprzerwowy

drutem miedzianym, jedną lub więcej zwojnic. Pozostałe elementy obwodu magnetycznego stanowią: jarzmo w kształcie litery L, wykonane z płaskownika i kotwica dwuramienna o ramionach wzajemnie prostopadłych, zawieszona na przedniej, pryzmatycznej części jarzma.

Wszystkie części obwodu magnetycznego są wykonane ze stali magnetycznie miękkiej o dużej przenikalności magnetycznej.

Kotwica jest wyposażona w słupek niemagnetyczny stały lub regulowany albo w płytkę niemagnetyczną, które zapobiegają całkowitemu zamknięciu obwodu magnetycznego i tzw. „przyklejaniu" się kotwicy.

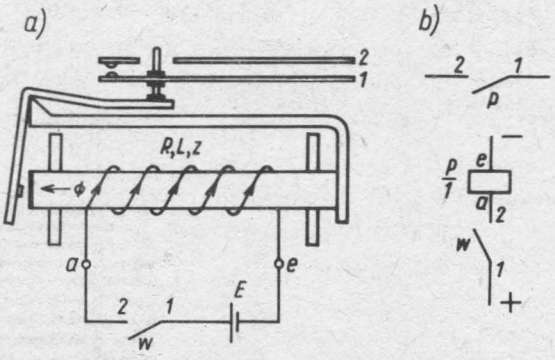
Zespoły zestyków są umocowane na jarzmie. Sprężyny ruchome są podnoszone za pośrednictwem słupków izolacyjnych i podnoszących, po przyciągnięciu kotwicy. W zespołach zestyków występują cztery podstawowe rodzaje zestyków:

— zestyki zwierne, zamykające się po przyciągnięciu kotwicy;
— zestyki rozwierne, otwierające się po przyciągnięciu kotwicy;
— zestyki przełączne, przełączające się po przyciągnięciu kotwicy;
— zestyki przełączne bezprzerwowe, przełączające się po przyciągnięciu kotwicy, przy czym, odwrotnie niż w zestyku przełącznym, zestyk zwierny zamyka się przed otwarciem zestyku rozwiernego.

Sprężyny stykowe wykonuje się z mosiądzu wysokoniklowego nadającego im odpowiednią sprężystość i elastyczność.

2.2. Przyciąganie przekaźnika

Obwód działania przekaźnika telefonicznego (rys. 2.2) składa się ze źródła prądu stałego o sile elektromotorycznej E, zwojnicy o rezystancji R i indukcyjności L oraz zestyku zamykającego ten obwód.



Rys. 2.2. Obwód działania przekaźnika telefonicznego: *a*) postać szczegółowa; *b*) postać stosowana w schematach ideowych

Zamknięcie zestyku powoduje pojawienie się w obwodzie prądu elektrycznego o wartości chwilowej i. W obwodzie magnetycznym przekaźnika pojawia się strumień magnetyczny, który wzbudza w zwojnicy siłę elektromotoryczną indukcji własnej.

$$e_L = -L\frac{di}{dt}$$

Zgodnie z drugim prawem Kirchhoffa dla dowolnej chwili po zamknięciu zestyku w można napisać równanie

$$E + e_L = iR \tag{2.1}$$

Po podstawieniu $e_L = -L\frac{di}{dt}$ i podzieleniu obu stron przez R otrzymujemy

$$\frac{E}{R} - i = \frac{L\,di}{R\,dt} \tag{2.2}$$

Stosunek $\frac{E}{R} = I_u$ nazywa się **wartością ustaloną prądu,** a stosunek indukcyjności L do rezystancji R zwojnicy **stałą czasową zwojnicy**

$$\tau_u = \frac{L}{R} \tag{2.3}$$

Ponieważ w czasie ruchu kotwicy zmienia się wielkość szczeliny powietrznej przekaźnika, przeto zmienia się jej reluktancja (opór magnetyczny) i co za tym idzie, reluktancja całkowita obwodu magnetycznego. Wywołuje to zmianę indukcyjności L cewki i zmianę stałej czasowej τ_u. Jednakże dla uproszczenia rozumowania założymy że $\tau_u = \text{const}$.

Ostatecznie po podstawieniu otrzymamy równanie

$$I_u - i = \tau_u\frac{di}{dt} \tag{2.4}$$

które po rozwiązaniu daje wynik

$$i = I_u(1 - e^{-\frac{t}{\tau_u}}) \tag{2.5}$$

przy czym: i — wartość chwilowa prądu w A, I_u — wartość ustalona prądu w A, e — podstawa logarytmów naturalnych (e=2,72), t — czas w s, τ_u — stała czasowa zwojnicy w s.

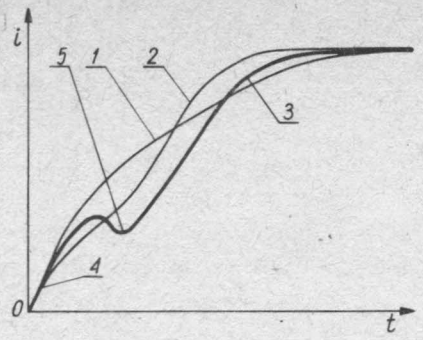
Z analizy wyrażenia (2.5) wynika, że w chwili zamknięcia zestyku w ($t=0$) prąd i ma wartość 0; po upływie czasu $t=\tau_u$ osiąga on wartość 0,63 I_u, a wartość ustaloną I_u — teoretycznie po czasie nieskończenie długim.

Graficzny obraz narastania prądu i przedstawiono na rys. 2.3.

Krzywe *1* i *2* przedstawiają zmienność prądu przekaźnika z unieruchomioną, nieprzyciągniętą oraz przyciągniętą kotwicą.

W działającym przekaźniku narastanie prądu przebiega w rzeczywistości według krzywej *3*.

Do momentu rozpoczęcia ruchu kotwicy *4*, co następuje po osiągnięciu przez prąd wartości wystarczającej do wzbudzenia strumienia magnetycznego zdolnego wywołać ruch kotwicy, krzywa *3* ma przebieg identyczny z przebiegiem krzywej *1*.

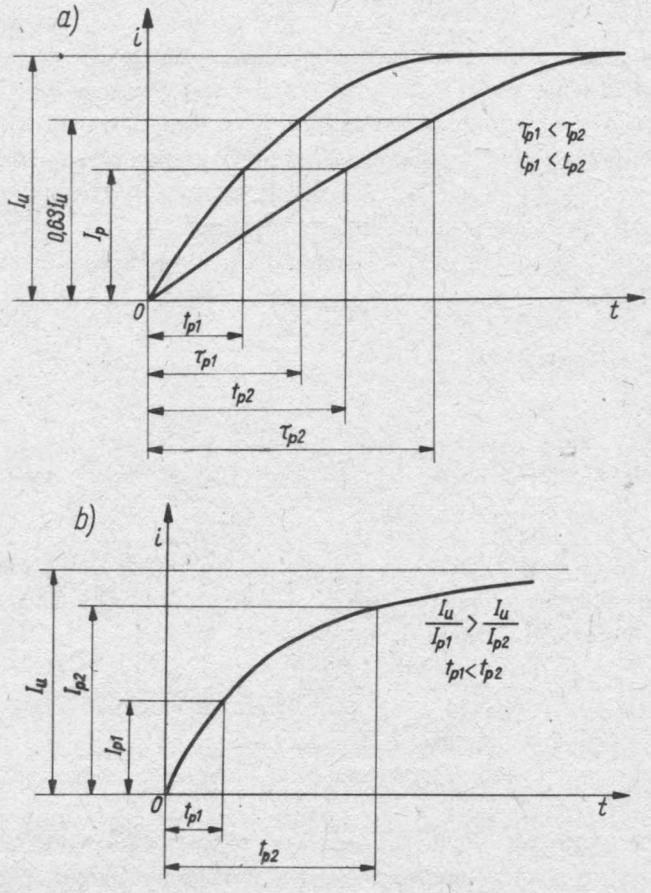


Rys. 2.3. Zmienność prądu przyciągania zwojnicy

1 — kotwica unieruchomiona nie przyciągnięta, *2* — kotwica unieruchomiona przyciągnięta, *3* — kotwica ruchoma, *4* — początek ruchu kotwicy, *5* — koniec ruchu kotwicy

Po rozpoczęciu ruchu kotwicy (odcinek *4*—*5*) wzrasta indukcyjność i strumień magnetyczny przekaźnika. Zmiana strumienia magnetycznego wzbudza w zwojnicy siłę elektromotoryczną indukcji, która powoduje zmniejszenie prądu.

Gdy ruch kotwicy ustanie *5*, wskutek oparcia się słupka lub płytki niemagnetycznej o czoło rdzenia, szczelina powietrzna zostanie ustalona i będzie miała wartość równą



Rys. 2.4. Zależność czasu przyciągania przekaźnika od: *a*) stałej czasowej, *b*) współczynnika zapasu

wysokości słupka lub płytki niemagnetycznej. Wskutek tego indukcyjność przekaźnika również ustali się i dalsze narastanie prądu będzie się odbywało według krzywej *3* podobnej do krzywej *2*.

Czas t_p, w ciągu którego następuje przyciągnięcie kotwicy, nazywa się czasem przyciągania przekaźnika, a odpowiadający mu prąd I_p — prądem przyciągania przekaźnika.

W czasie narastania strumienia magnetycznego we wszystkich metalowych częściach obwodu magnetycznego indukują się prądy wirowe, które wywołują dodatkowy strumień, o zwrocie przeciwnym do zwrotu narastającego strumienia. Powoduje to pewne, niewielkie opóźnienie strumienia magnetycznego względem prądu, wydłużające nieco czas przyciągania przekaźnika. Wpływ ten uwzględniamy dodając do stałej czasowej zwojnicy τ_u wartości stałych czasowych tych elementów, wskutek czego uzyskujemy nową stałą czasową zwaną stałą czasową przekaźnika τ_p.

Wychodząc ze wzoru (2.5) możemy teraz określić czas przyciągania przekaźnika następująco

$$t_p = \tau_p \ln \frac{\frac{I_u}{I_p}}{\frac{I_u}{I_p} - 1} \tag{2.6}$$

Z analizy wzoru (2.6) wynika, że **czas przyciągania przekaźnika jest tym dłuższy, im większa jest stała czasowa τ_p oraz im mniejszy jest stosunek $\frac{I_u}{I_p}$ zwany prądowym współczynnikiem zapasu na przyciąganie** (rys. 2.4).

2.3. Obwód magnetyczny przekaźnika

Pod wpływem prądu płynącego przez zwojnicę w obwodzie magnetycznym pojawia się strumień magnetyczny. Strumień ten dzieli się na **strumień roboczy Φ_r** i **strumień rozproszenia Φ_s**. Strumieniem roboczym nazywamy strumień, który przepływa przez roboczą szczelinę powietrzną przekaźnika, będąc przyczyną powstawania siły przyciągającej kotwicę, natomiast strumieniem rozproszenia — strumień nieużyteczny, spowodowany niedoskonałością obwodu magnetycznego, omijający szczelinę roboczą. Stosunek strumienia Φ_s do strumienia Φ_r charakteryzuje jakość obwodu magnetycznego przekaźnika.

Całkowita reluktancja obwodu magnetycznego przekaźnika R_u składa się z reluktancji elementów stalowych (rdzenia, jarzma i kotwicy) R_{ufe} oraz reluktancji szczeliny powietrznej R_{up}

$$R_\mu = R_{\mu Fe} + R_{\mu p} \tag{2.7}$$

Reluktancje składowe zależą od wymiarów geometrycznych elementów oraz ich właściwości; określa się je za pomocą wzorów

$$R_{\mu Fe} = \frac{l_{Fe}}{\mu_{Fe} s_{Fe}} \tag{2.8}$$

$$R_{\mu p} = \frac{l_p}{\mu_p s_p} \tag{2.9}$$

przy czym: R_μ — reluktancja obwodu magnetycznego w H^{-1}, l_{fe} — średnia długość drogi strumienia magnetycznego w stali w m, l_p — długość roboczej szczeliny powietrznej w m, s_{fe} — przekrój drogi strumienia magnetycznego w stali w m^2, s_p — przekrój roboczej szczeliny w m^2, μ_{Fe} — przenikalność magnetyczna stali magnetycznej miękkiej w H/m (przed nasyceniem rdzenia $2 \cdot 10^{-3}$ H/m po nasyceniu rdzenia $3 \cdot 10^{-5}$ H/m), μ_p — przenikalność magnetyczna powietrza w przybliżeniu równa przenikalności magnetycznej próżni, tj. $4\pi \cdot 10^{-7}$ H/m.

Jeżeli pominąć strumień rozproszenia, całkowitą wartość strumienia magnetycznego Φ można określić z zależności

$$\Phi = \frac{I_u z}{R_\mu} = \frac{W}{R_\mu} \tag{2.10}$$

przy czym: Φ — strumień magnetyczny w Wb, I_u — *prąd magnesujący w A*, z — liczba zwojów zwojnicy, W — wzbudność (albo siła magnetomotoryczna) w A, R_μ — całkowita reluktancja obwodu magnetycznego w H^{-1}.

Strumień magnetyczny przekaźnika jest wprost proporcjonalny do jego wzbudności i odwrotnie proporcjonalny do reluktancji obwodu magnetycznego. Zwiększenie strumienia magnetycznego w pewnych granicach można osiągnąć zwiększając wzbudność i zmniejszając reluktancję. Zmniejszenie reluktancji uzyskuje się stosując stal magnetycznie miękką o dużej przenikalności magnetycznej oraz odpowiednie przekroje elementów obwodu. Nie należy jednakże doprowadzać obwodu magnetycznego do stanu nasycenia, ponieważ wówczas przenikalność magnetyczna znacznie się zmniejsza. Zwiększanie wzbudności przekaźnika nie wywołuje wówczas przyrostu strumienia.

Reluktancja obwodu magnetycznego przekaźnika jest skupiona głównie w roboczej szczelinie powietrznej. Dodatkową reluktancję wnoszą szkodliwe szczeliny powietrzne, które występują w miejscu złączenia jarzma z rdzeniem oraz zawieszenia kotwicy na jarzmie.

Wyposażenie przedniej części rdzenia w nabiegunnik, dość często stosowany, ma na celu zmniejszenie reluktancji oraz zmniejszenie strumienia rozproszenia, dzięki większemu wypełnieniu przestrzeni roboczej szczeliny powietrznej. Zmniejszenie długości roboczej szczeliny powietrznej, mające na celu zmniejszenie jej reluktancji, może być zastosowane w pewnych granicach, pod warunkiem, że zostanie zapewniony dostatecznie duży skok kotwicy, umożliwiający wystarczająco duże przemieszczenie sprężyn stykowych, zapewniające odpowiednie naciski stykowe na styczkach oraz odpowiednią odległość między styczkami.

Ruch kotwicy w czasie przyciągania powoduje zmniejszanie się roboczej szczeliny powietrznej aż do pewnej wartości minimalnej, równej wysokości słupka albo płytki

niemagnetycznej. Reluktancja $R_{\mu p}$ i reluktancja R_{μ} zmniejszają się wówczas umożliwiając zwiększenie strumienia magnetycznego Φ oraz indukcyjności przekaźnika L

$$L = k\frac{z^2}{R_{\mu}} \tag{2.11}$$

przy czym: L — indukcyjność przekaźnika w H, z — liczba zwojów zwojnicy, k — współczynnik proporcjonalności, zależny od budowy przekaźnika.

Zwiększenie strumienia magnetycznego i indukcyjności odbywa się do momentu nasycenia obwodu magnetycznego.

Po przyciągnięciu kotwicy opiera się ona słupkiem lub płytką niemagnetyczną o rdzeń; reluktancja obwodu magnetycznego jest wówczas najmniejsza. Przy braku słupka niemagnetycznego reluktancja ta byłaby znikoma i po odłączeniu zasilania od zwojnicy, mimo braku prądu w obwodzie wzbudzenia przekaźnika, kotwica nie zostałaby zwolniona, gdyż obwód magnetyczny przekaźnika ma zazwyczaj pewną pozostałość magnetyczną. Zjawisko takie nazywamy „przyklejaniem się" kotwicy, a zapobiegają mu słupki i płytki niemagnetyczne.

2.4. Siła przyciągania kotwicy przekaźnika

Rozwijając wzór (2.10) można napisać (Φ w Wb).

$$\Phi = \frac{W}{R_{\mu Fe} + R_{\mu p}} = \frac{W}{\frac{l_{Fe}}{\mu_{Fe} S_{Fe}} + \frac{l_p}{\mu_p S_p}} \tag{2.12}$$

Ponieważ $\mu_{Fe} \gg \mu_p$, przeto wzór (2.12) można uprościć do postaci

$$\Phi \approx \frac{W}{R_{\mu p}} \tag{2.13}$$

a po podstawieniu wzoru (2.9) do (2.13) otrzymamy

$$\Phi \approx \frac{W \mu_p S_p}{l_p} \tag{2.14}$$

Wiadomo, że rdzeń elektromagnesu przyciąga kotwicę z siłą

$$F = \frac{B^2 S_p}{2\mu_p} = \frac{\Phi^2}{2\mu_p S_p} \tag{2.15}$$

przy czym: F — siła przyciągania kotwicy w N, B — indukcja magnetyczna w T, S_p — powierzchnia udźwigu w m^2.

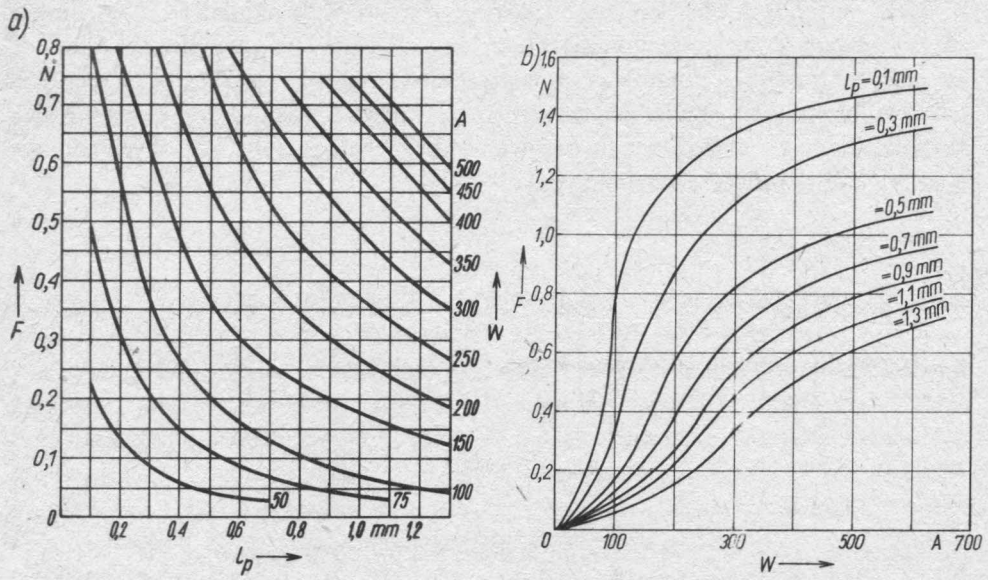
Po podstawieniu (2.14) do (2.15) otrzymujemy (w N)

$$F = \frac{\mu_p S_p}{2} \frac{W^2}{l_p^2} = k \frac{W^2}{l_p^2} \tag{2.16}$$

Wyrażenie $\frac{\mu_p S_p}{2}$ jest współczynnikiem proporcjonalności, charakterystycznym dla danego przekaźnika.

Jak widać z wyrażenia (2.16) **siła przyciągania kotwicy jest wprost proporcjonalna do kwadratu wzbudności i odwrotnie proporcjonalna do kwadratu długości roboczej szczeliny powietrznej.**

Przedstawione graficznie zależności tej siły od wzbudności i szczeliny powietrznej noszą nazwę charakterystyk elektrycznych przekaźnika (rys. 2.5).



Rys. 2.5. Charakterystyki elektryczne przekaźnika telefonicznego typu B1: *a*) $F = f_1(l_p)$ przy $W = \text{const}$; *b*) $F = f_2(W)$ przy $l_p = \text{const}$

2.5. Wzbudność przekaźnika

Wzbudność W przekaźnika (wyrażoną w A), potrzebną do pokonania obciążenia stwarzanego przez zestyki, określa się ze wzoru

$$W = \frac{l_p}{\sqrt{k}} \sqrt{F} \tag{2.17}$$

przy czym F oznacza obciążenie całkowite przekaźnika w N.

Obciążenie całkowite przekaźnika pochodzi zazwyczaj od zestyków różnego rodzaju powodujących odpowiednio obciążenia F_1, F_2,...F_n, do pokonania których wymagane są odpowiednio wzbudności W_1, W_2, W_n. Wzbudność całkowitą określamy ze wzoru

$$W = \frac{l_p}{\sqrt{k}}\sqrt{\left(k\frac{W_1^2}{l_p^2} + k\frac{W_2^2}{l_p^2} + \ldots + k\frac{W_n^2}{l_p^2}\right)} = \sqrt{W_1^2 + W_2^2 + \ldots + W_n^2} \qquad (2.18)$$

Obliczenia wymaganej wzbudności dokonujemy za pomocą krzywych z rys. 2.5*b*. Znając wzbudności W_1, W_2,...W_n wymagane do uruchomienia poszczególnych zestyków oddzielnie, odnajdujemy na odpowiedniej krzywej odpowiadającej tym wzbudnościom siły F_1, F_2,...F_n, a następnie obliczamy obciążenie całkowite

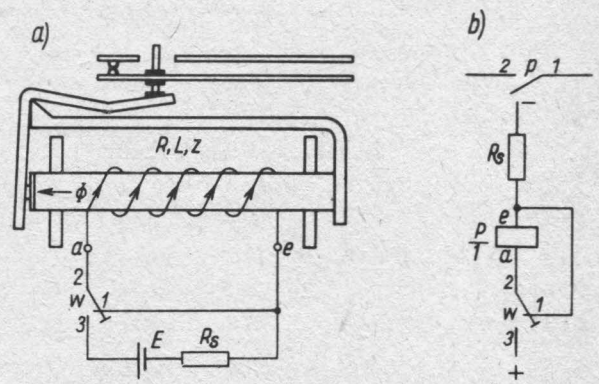
$$F = F_1 + F_2 + \ldots + F_n \qquad (2.19)$$

dla którego odczytujemy z wykresu wymaganą wartość wzbudności W.

2.6. Zwalnianie przekaźnika

2.6.1. Zwolnienie spowodowane zwarciem zwojnicy

Po zwarciu zwojnicy (rys. 2.6), wskutek zanikania strumienia magnetycznego pojawia się w niej siła elektromotoryczna indukcji własnej $e_L = \frac{di}{dt}$, a w rdzeniu, jarzmie i kotwicy pojawiają się prądy wirowe.



Rys. 2.6. Obwód zwalniania przekaźnika telefonicznego spowodowanego zwarciem zwojnicy: *a*) postać szczegółowa; *b*) postać stosowana w schematach ideowych

Pojawienie się siły elektromotorycznej e_L wywołuje w zwojnicy prąd zwany przejściowym, mający zwrot zgodny ze zwrotem prądu I_u. Prąd przejściowy i podtrzymuje zanikający strumień magnetyczny Φ.

Zgodnie z drugim prawem Kirchhoffa możemy dla takiego przypadku napisać

$$-iR = L\frac{di}{dt} \qquad (2.20)$$

Po podzieleniu obu stron równania przez R

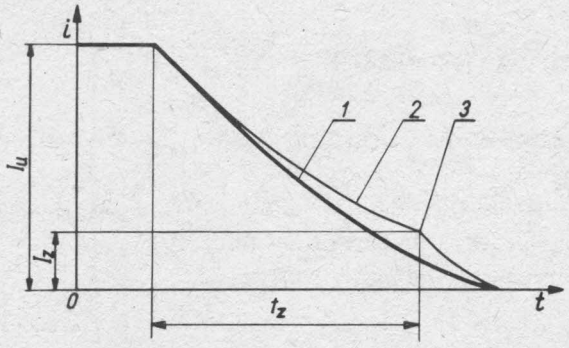
$$-i = \frac{L}{R}\frac{\mathrm{d}i}{\mathrm{d}t} = \tau_u \frac{\mathrm{d}i}{\mathrm{d}t} \tag{2.21}$$

Stosunek $\frac{L}{R}$ jest w tym przypadku stałą czasową zwojnicy w stanie przyciągniętym przekaźnika.

Po rozwiązaniu równania (2.20)

$$i = I_u e^{-\frac{t}{\tau_u}} \tag{2.22}$$

Wzór (2.22) określa zanikanie prądu w zwartej zwojnicy. W chwili zwarcia ($t = 0$) prąd $i = I_u$; po upływie czasu $t = \tau_u$ osiąga on wartość 0,37 I_u, a zanika teoretycznie po czasie nieskończenie długim (rys. 2.7).



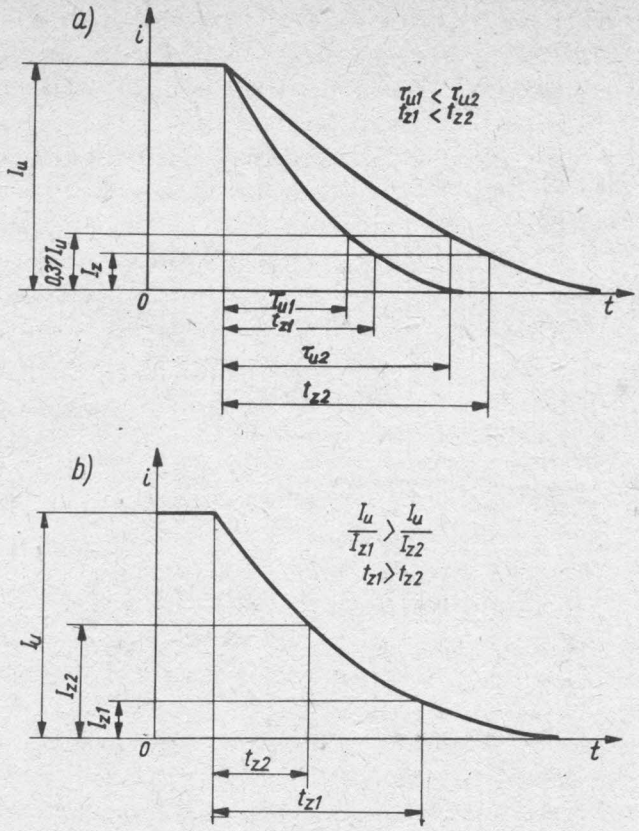
Rys. 2.7. Zmienność prądu zwalniania zwojnicy przekaźnika w przypadku zwarcia zwojnicy
1 — kotwica nieruchoma, *2* — kotwica ruchoma, *3* — odpadnięcie kotwicy

Zmianom prądu odpowiadają zmiany strumienia magnetycznego. Dodatkowy wpływ opóźniający na zanikanie strumienia wywierają prądy wirowe, wzbudzane w elementach obwodu magnetycznego. Wpływ ten uwzględnia się dodając do stałej czasowej zwojnicy wartości odpowiadające stałym czasowym tych elementów. W ten sposób otrzymuje się stałą czasową przekaźnika przy zwalnianiu. Czas zwalniania przekaźnika określa się za pomocą wzoru

$$t_z = \tau_z ln \frac{I_u}{I_z} \tag{2.23}$$

przy czym: τ_z — stała czasowa przekaźnika przy zwalnianiu w s, $\frac{Iu}{Iz}$ — współczynnik zapasu na zwalnianie.

W ciągu tego czasu odbywa się ruch powrotny kotwicy. **Czas zwalniania przekaźnika jest tym większy, im większa jest stała czasowa przy zwalnianiu i współczynnik zapasu na zwalnianie.** Wpływ ten ilustrują wykresy pokazane na rys. 2.8.



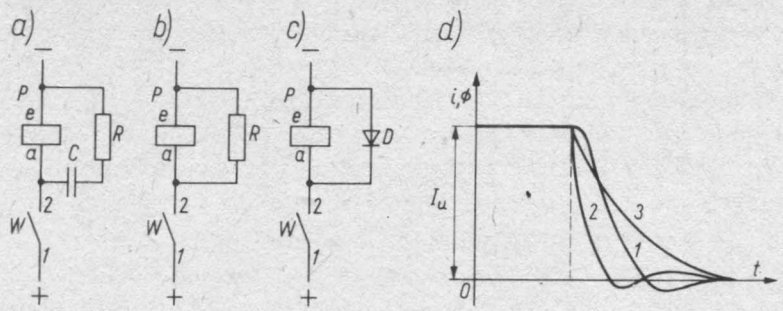
Rys. 2.8. Zależność czasu zwalniania przekaźnika od: *a*) stałej czasowej; *b*) współczynnika zapasu

2.6.2. Zwolnienie spowodowane przerwaniem obwodu działania

Przerwanie obwodu działania powoduje raptowny zanik prądu i strumienia magnetycznego. W zwojnicy przekaźnika indukuje się siła elektromotoryczna indukcji własnej, a w elementach obwodu magnetycznego pojawiają się prądy wirowe, które wytwarzają strumień magnetyczny o zwrocie zgodnym ze zwrotem zanikającego strumienia, wywołanego przez prąd magnesujący. Dzięki temu zwolnienie przekaźnika nie następuje natychmiast po przerwaniu obwodu działania, lecz po pewnym czasie zależnym od wartości stałej czasowej przekaźnika na zwalnianie.

Siła elektromotoryczna indukcji własnej wywołuje przeskok iskry między styczkami zestyku przerywającego obwód działania przekaźnika. Wielkość iskry zależy od wartości siły elektromotorycznej, a ta — od indukcyjności cewki i wartości prądu płynącego w obwodzie w chwili jego otwarcia. Iskra elektryczna wywołuje wysoką temperaturę na powierzchni styczek, powodując ich nadtapianie, rozpraszanie cząsteczek materiału i pokrywanie ciałami nieprzewodzącymi. Powoduje to w sumie erozję styczek i uszkodzenie zestyku.

Aby przeciwdziałać szkodliwym skutkom iskrzenia tworzy się obwód dla składowej przejściowej prądu z pominięciem zestyku. Obwód taki tworzy się dołączając do zestyku układ zwany **gasikiem** (rys. 2.9).



Rys. 2.9. Układy zabezpieczające przed iskrzeniem: *a*) gasik złożony z kondensatora i rezystora; *b*) gasik złożony z rezystora; *c*) prostownik; *d*) zmienność prądu wyłączania zwojnicy przekaźnika w przypadku przerwania obwodu działania przekaźnika

1 — bez gasika, *2* — z gasikiem *RC*, *3* — z rezystorem *R* lub prostownikiem

Rezystor lub prostownik, dołączony równolegle do zwojnicy przekaźnika nie wpływa na czas przyciągania przekaźnika. Wpływ rezystora ogranicza się tylko do zwiększenia poboru energii ze źródła zasilania i co za tym idzie do zwiększania obciążenia zestyku zamykającego obwód działania.

Przerwanie obwodu powoduje pojawienie się w zwojnicy siły elektromotorycznej indukcji własnej, powodującej pojawienie się prądu przejściowego w zwojnicy, zamykającego się przez rezystor lub prostownik: ma on tym większą wartość, im mniejsza jest rezystancja obwodu. Zanikanie prądu i strumienia magnetycznego będzie przebiegało tym wolniej im większa jest stała czasowa przekaźnika przy zwalnianiu oraz im większy jest współczynnik zapasu na zwalnianie. Maksymalne wydłużenie czasu zwalniania kotwicy występuje wówczas, gdy następuje zwarcie zwojnicy przekaźnika.

2.7. Zmiana czasu przyciągania i zwalniania przekaźników telefonicznych obojętnych

2.7.1. Rozwiązania konstrukcyjne zmieniające czas przyciągania i zwalniania przekaźników telefonicznych obojętnych

Jak powiedziano wcześniej czasy przyciągania i zwalniania przekaźników zależą od odpowiednich stałych czasowych i współczynników zapasów. Dzięki odpowiedniej budowie przekaźników można je zmieniać w pewnych granicach.

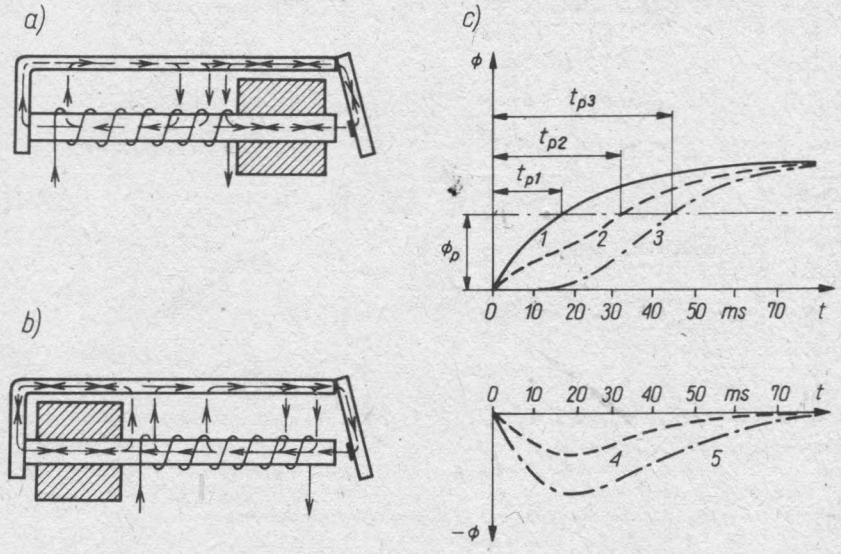
Skrócenie czasów przyciągania i zwalniania przekaźnika uzyskuje się eliminując wpływ elementów obwodu magnetycznego (głównie rdzenia) oraz elementów cewki, np. przedniego boczka na działanie przekaźnika. Rdzeń przekaźnika wykonuje się

w tym celu nie ze zwykłej stali magnetycznie miękkiej, lecz ze stopu żelazo-niklowego lub żelazo-krzemowego, które odznaczają się dobrymi właściwościami magnetycznymi i małą konduktancją (przewodnością). Wskutek zmniejszonej konduktancji prądy wirowe wzbudzane w rdzeniu w czasie przyciągania i zwalniania kotwicy są niewielkie i rdzeń nie wpływa opóźniająco na przyciąganie i zwalnianie kotwicy. Podobny skutek wywiera zmiana przedniej części rdzenia, polegająca na usunięciu nabiegunnika oraz wykonanie przedniego boczka cewki z materiału izolacyjnego zamiast z miedzi.

Odwrotnie, chcąc wydłużyć przyciąganie i zwalnianie kotwicy, umieszcza się na rdzeniu przekaźnika dodatkowe elementy w postaci **tulei, bębnów** i **pierścieni miedzianych**. W zależności od sposobu umieszczenia tych elementów, ich rodzaju i rozmiarów wpływają one różnie na działanie przekaźnika.

Zarówno tuleja jak i bęben są to walce miedziane, nasunięte na rdzeń przekaźnika. Tuleja pokrywa prawie całą długość rdzenia, natomiast bęben — tylko część przednią lub tylną.

Wpływ bębnów na czas przyciągania przekaźnika ilustruje rys. 2.10.



Rys. 2.10. Wpływ bębnów na czas przyciągania przekaźnika: *a*) bęben z przodu; *b*) bęben z tyłu

1 — narastanie strumienia przekaźnika ze zwykłą cewką, *2* — narastanie strumienia przekaźnika z bębnem z tyłu cewki, *3* — narastanie strumienia przekaźnika z bębnem z przodu cewki, *4* — strumień przeciwdziałający spowodowany działaniem bębna tylnego, *5* — strumień przeciwdziałający spowodowany działaniem bębna przedniego, Φ_p — strumień przyciągania, t_{p1} — czas przyciągania przekaźnika ze zwykłą cewką, t_{p2} — czas przyciągania przekaźnika z bębnem z tyłu, t_{p3} — czas przyciągania przekaźnika z bębnem z przodu

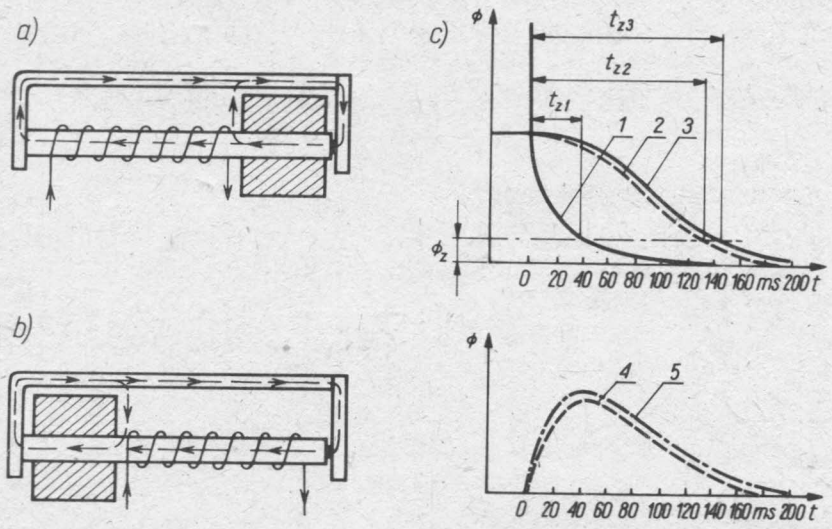
Bęben umieszczony z przodu rdzenia wydłuża zarówno czas przyciągania, jak i czas zwalniania, natomiast bęben umieszczony z tyłu — tylko czas zwalniania. Zwłoka w przyciąganiu dochodzi do kilkudziesięciu milisekund, a w zwalnianiu — do kilkuset milisekund, zależnie od współczynników zapasu.

Krzywa *1* na rys. 2.10 pokazuje narastanie strumienia magnetycznego w roboczej szczelinie powietrznej. Strumień ten obejmuje bęben i powoduje w nim prądy wirowe, które wytwarzają strumień magnetyczny, przeciwstawiający się narastaniu strumienia głównego w szczelinie.

Jeśli bęben jest umieszczony z przodu rdzenia, znaczna część strumienia magnetycznego, wytworzonego przez prądy wirowe, przecina roboczą szczelinę powietrzną. Strumień ten, którego przebieg przedstawia krzywa *5*, ma kierunek przeciwny do kierunku strumienia głównego. Strumień wypadkowy *3* będący sumą algebraiczną strumienia *1* i *5*, narasta znacznie wolniej od strumienia głównego *1*.

Jeśli bęben jest umieszczony z tyłu rdzenia, tylko część strumienia magnetycznego, wytworzonego przez prądy wirowe, przecina szczelinę powietrzną i oddziałuje na strumień główny. Strumień wypadkowy *2* narasta szybciej niż w przypadku bębna umieszczonego z przodu.

Wpływ bębnów na czas zwalniania przekaźnika przedstawiono na rys. 2.11.



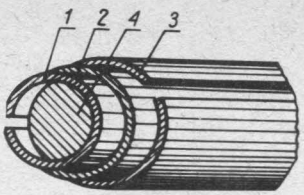
Rys. 2.11. Wpływ bębnów na czas zwalniania przekaźnika: *a*) bęben z przodu; *b*) bęben z tyłu

1 — zanikanie strumienia przekaźnika ze zwykłą cewką, *2* — zanikanie strumienia przekaźnika z bębnem z tyłu cewki, *3* — zanikanie strumienia przekaźnika z bębnem z przodu cewki, *4* — dodatkowy strumień wywołany działaniem bębna tylnego, *5* — dodatkowy strumień wywołany działaniem bębna przedniego, Φ_z — strumień zwalniania, t_{z1} — czas zwalniania przekaźnika ze zwykłą cewką, t_{z2} — czas zwalniania przekaźnika z bębnem z tyłu cewki, t_{z3} — czas zwalniania przekaźnika z bębnem z przodu cewki

W czasie zwalniania kotwicy strumień magnetyczny wywołany przez prądy wirowe wspomaga strumień główny w podtrzymaniu kotwicy. Dzięki wydatnemu zmniejszeniu reluktancji roboczej szczeliny powietrznej strumień rozproszenia nie jest tym razem duży. Krzywa *1* przedstawia zanik strumienia przekaźnika bez bębna, natomiast krzywe *4* i *5* — przebiegi strumieni wywołanych przez prądy wirowe, zaś krzywe *2* i *3* — przebiegi strumieni wypadkowych. Jak widać z przebiegu tych krzywych nie ma istotnej różnicy między oddziaływaniem obu bębnów na czas zwalniania przekaźnika.

Zwojnice niektórych przekaźników powinny mieć dużą impedancję, co można uzyskać przez zwiększenie reaktancji ich zwojnic. Uzyskuje się to nakładając na rdzeń **płaszcze żelazo-niklowe** (rys. 2.12).

Prąd przemienny płynący przez zwojnice przekaźnika wywołuje w rdzeniu prądy



Rys. 2.12. Rdzeń przekaźnika z płaszczami żelazo-niklowymi

1, 2 i *3* — płaszcze żelazo-niklowe, *4* — rdzeń z miękkiej stali magnetycznej

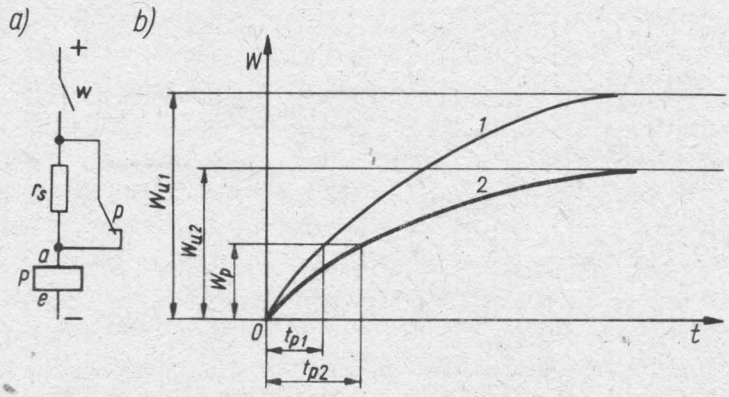
wirowe, które płyną tuż przy powierzchni rdzenia (efekt naskórkowości). Zjawisko to jest tym bardziej intensywne, im większa jest częstotliwość prądu przemiennego.

Aby więc wydatnie zwiększyć indukcyjność przekaźnika i reaktancję jego zwojnicy wystarczy pokryć powierzchnię rdzenia, wykonanego ze stali magnetycznie miękkiej, kilkoma płaszczami wykonanymi z materiału ferromagnetycznego o dużej przenikalności magnetycznej. Materiałem takim jest stop żelazo-niklowy (36 % niklu), odznaczający się poza tym małymi stratami na histerezę magnetyczną i dużą rezystywnością. Podłużne przecięcie wzdłuż boku płaszcza ma na celu zmniejszenie prądów wirowych.

2.7.2. Układy elektryczne zmieniające czas przyciągania i zwalniania przekaźników telefonicznych obojętnych

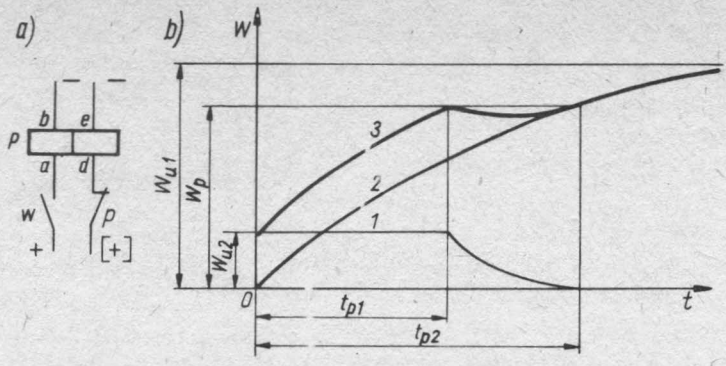
Wymagane wartości czasu przyciągania i zwalniania przekaźników można uzyskiwać również dzięki uzupełnieniu ich obwodów działania elementami biernymi, jak rezystory, dławiki, kondensatory (szczególnie elektrolityczne) i prostowniki. Uzyskuje się na tej drodze wydatne przyspieszenie lub opóźnienie przyciągania i zwalniania kotwicy.

Przyspieszenie przyciągania kotwicy można uzyskać stosując początkowe znaczne przeciążenie prądowe zwojnicy przekaźnika (rys. 2.13) albo podmagnesowanie wstępne (rys. 2.14).



Rys. 2.13. Układ przyspieszający przyciąganie kotwicy dzięki przeciążeniu prądowemu zwojnicy: *a*) układ; *b*) wykres

1 — wzbudność przekaźnika bez rezystora, *2* — wzbudność przekaźnika z rezystorem



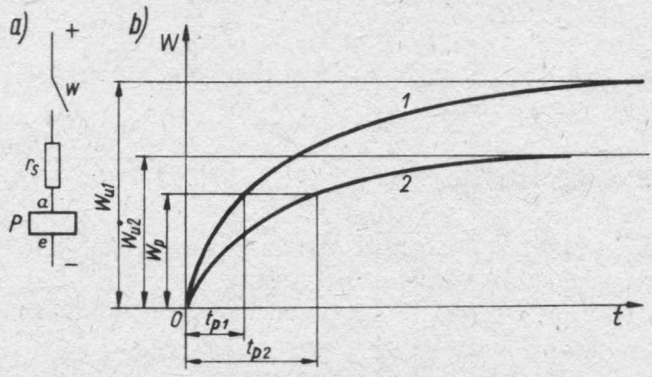
Rys. 2.14. Układ z magnesowaniem wstępnym: *a*) układ; *b*) wykres
1 — wzbudność zwojnicy *d*—*e*, *2* — wzbudność zwojnicy *a*—*b*, *3* — wzbudność wypadkowa

Dzięki początkowemu przeciążeniu prądowemu zwojnicy przekaźnika współczynnik zapasu przekaźnika osiąga bardzo dużą wartość, co wydatnie skraca czas przyciągania. Przeciążenie trwa do chwili przyciągnięcia przekaźnika, gdyż wówczas wskutek rozwarcia rezystora prąd zmniejsza się do wartości zapewniającej trzymanie kotwicy i nie przekraczającej wartości dopuszczalnej mocy wydzielanej w cewce przekaźnika.

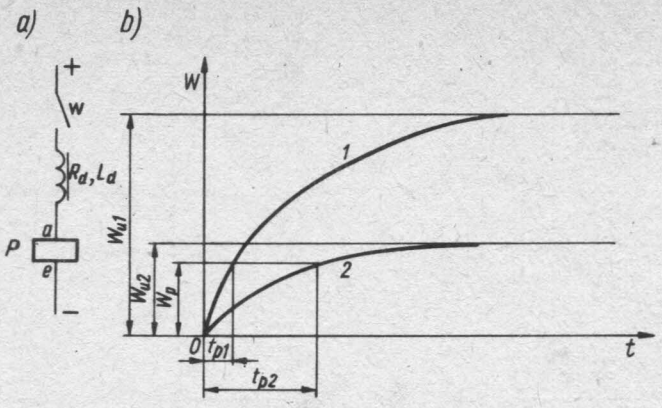
W układzie rys. 2.14 zastosowanie zwojnicy magnesującej o wzbudności mniejszej od wzbudności przyciągania przekaźnika, zapewnia przekaźnikowi uzyskanie wzbudności przyciągania w czasie krótszym, niż to miałoby miejsce bez tej zwojnicy.

Wydłużenie czasu przyciągania przekaźnika można uzyskać wieloma sposobami, np. włączając do jego obwodu rezystor lub dławik (rys. 2.15. i 2.16). Oba te elementy powodują zmniejszenie wartości prądu ustalonego oraz współczynnika zapasu na przyciąganie. Dławik ponadto zwiększa stałą czasową przekaźnika. Dzięki takiemu oddziaływaniu czas przyciągania przekaźnika wydłuża się.

Dosyć rozpowszechnione jest stosowanie układu ze zwartą zwojnicą (rys. 2.17).

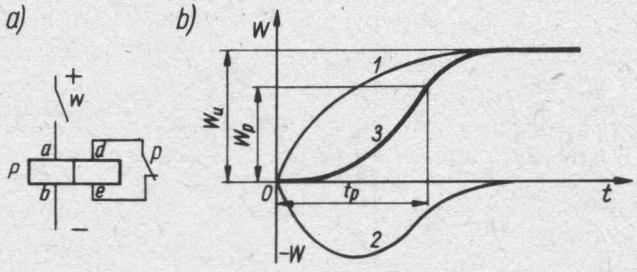


Rys. 2.15. Układ opóźniający przyciąganie kotwicy dzięki szeregowo włączonemu rezystorowi: *a*) układ; *b*) wykres
1 — wzbudność przekaźnika bez rezystora, *2* — wzbudność przekaźnika z rezystorem



Rys. 2.16. Układ opóźniający przyciąganie kotwicy dzięki szeregowo włączonemu dławikowi: *a*) układ; *b*) wykres

1 — wzbudność przekaźnika bez dławika, *2* — wzbudność przekaźnika z dławikiem



Rys. 2.17. Układ opóźniający przyciąganie kotwicy dzięki zwartej zwojnicy: *a*) układ; *b*) wykres

1 — wzbudność zwojnicy *a*—*b*, *2* — wzbudność zwojnicy *d*—*e* (zwartej), *3* — wzbudność wypadkowa

W czasie narastania strumienia magnetycznego w obwodzie magnetycznym przekaźnika, spowodowanym pojawieniem się prądu w zwojnicy magnesującej, w zwartej zwojnicy indukuje się siła elektromotoryczna i płynie prąd, tym większy, im mniejsza jest jej rezystancja. Prąd ten wywołuje dodatkowy strumień przeciwstawiający się strumieniowi głównemu i opóźniający jego narastanie.

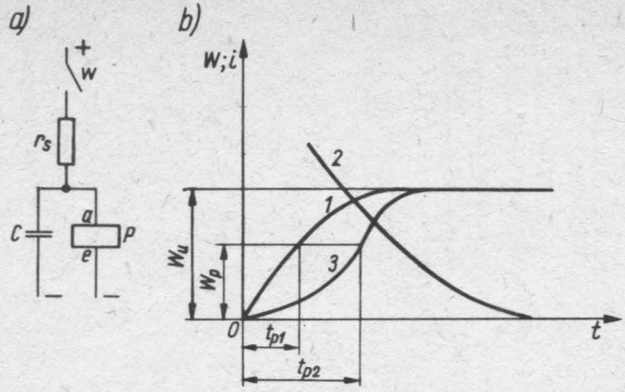
Największy wpływ opóźniający wywiera zwojnica nawinięta na rdzeniu grubym, nieizolowanym drutem miedzianym albo tuleja lub bęben miedziany, które mogą być przyrównywane do zwojnicy o jednym zwartym zwoju.

Zestyk rozwierny przekaźnika, który rozwiera zwojnicę po przyciągnięciu kotwicy zapewnia opóźnienie przekaźnika tylko na przyciąganie.

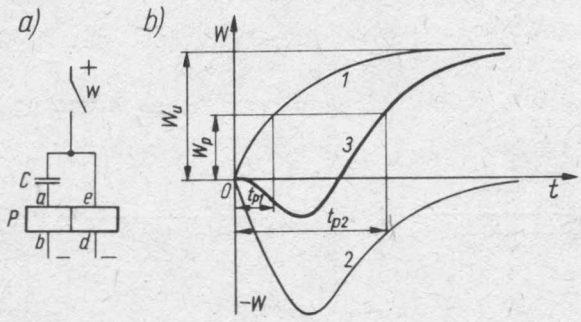
Układy z kondensatorami (rys. 2.18. i 2.19) odznaczają się wydłużonym czasem przyciągania oraz wydłużonym czasem zwalniania.

W pierwszym z nich po dołączeniu napięcia następuje ładowanie się kondensatora, które trwa tym dłużej, im większa jest stała czasowa obwodu ładowania

$$\tau = r_s C \tag{2.24}$$



Rys. 2.18. Opóźnienie przekaźnika za pomocą kondensatora równoległego: *a*) układ; *b*) wykres
1 — wzbudność przekaźnika bez kondensatora, *2* — prąd ładowania kondensatora, *3* — wzbudność przekaźnika zbocznikowanego kondensatorem



Rys. 2.19. Opóźnienie przekaźnika za pomocą kondensatora szeregowego: *a*) układ; *b*) wykres
1 — wzbudność zwojnicy *d*—*e*, *2* — wzbudność zwojnicy *a*—*b*, *3* — wzbudność wypadkowa

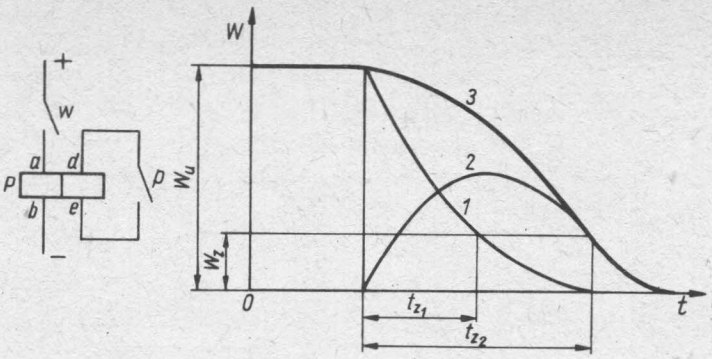
Po pojawieniu się na okładzinach kondensatora wystarczająco wysokiego napięci przekaźnik przyciąga.

Po przerwaniu obwodu przekaźnika kondensator rozładowuje się przez zwojnicę dzięki czemu zwolnienie nie następuje natychmiast. Czas zwalniania przekaźnik w przybliżeniu jest równy stałej czasowej obwodu rozładowania.

W drugim z przedstawionych układów zamknięcie obwodu powoduje początkow przepływ prądu przez obydwie zwojnice, połączone przeciwsobnie. Wytwarzane prze nie wzbudności mają zwroty przeciwne, wskutek czego wzbudność wypadkowa zwięk sza się powoli.

Przerwanie obwodu powoduje rozładowanie kondensatora przez obie, połączon szeregowo, zwojnice. Przy odpowiednio dobranej rezystancji zwojnic i pojemnośc kondensatora czas zwalniania przekaźnika może osiągnąć wartość od kilku do kilku nastu sekund. Zwojnica zwarta zapewnia również wydłużenie czasu zwalniania prze kaźnika (rys. 2.20).

Po odłączeniu napięcia od obwodu w zwartej zwojnicy pojawia się siła elektromo toryczna indukcji i prąd indukowany tym większy, im mniejsza jest rezystancja zwojni



Rys. 2.20. Układ opóźniający zwalnianie przekaźnika dzięki zwartej zwojnicy: a) układ; b) wykres
1 — wzbudność zwojnicy *a—b*, *2* — wzbudność zwojnicy *d—e*, *3* — wzbudność wypadkowa

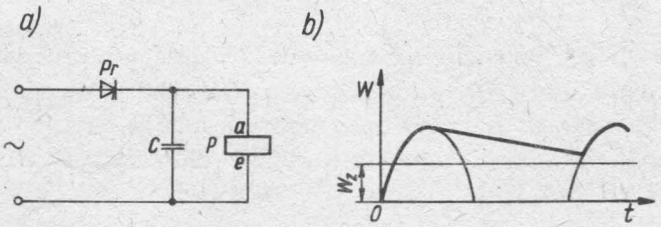
cy i większa siła elektromotoryczna. Prąd płynący przez zwartą zwojnicę wytwarza strumień magnetyczny o zwrocie zgodnym ze zwrotem strumienia zwojnicy magnesującej. Wskutek tego zanikanie strumienia wypadkowego odbywa się wolniej i czas zwalniania przekaźnika wydłuża się.

2.8. Układy przekaźnikowe prądu przemiennego

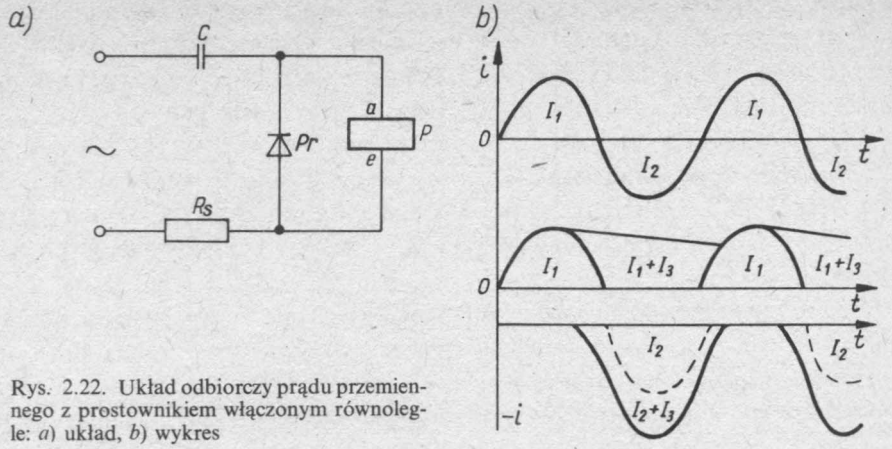
Przekaźniki telefoniczne obojętne uruchamiane za pomocą prądu przemiennego, wymagają na ogół zmiany konstrukcji lub obwodu pracy, bowiem dwukrotna zmiana zwrotu prądu przemiennego w czasie jednego okresu powoduje dwukrotne przyciągnięcie i zwolnienie kotwicy. Przystosowanie przekaźnika obojętnego do działania od prądu przemiennego o częstotliwości od kilkunastu do kilkudziesięciu herców polega na takiej przemianie oddziaływania prądu płynącego przez zwojnicę na układ pośredniczący przekaźnika, aby siła przyciągania kotwicy nie zmniejszała się poniżej wartości wymaganej do utrzymania jej w stanie przyciągniętym. Uzyskuje się to stosując różnorodne układy prostownikowe.

Najprostszy układ odbiorczy prądu przemiennego przedstawiono na rys. 2.21.

Prąd przemienny jest prostowany przez prostownik *Pr* i przez zwojnicę płynie prąd wyprostowany. W czasie półokresu przewodzenia ładuje się kondensator *C*, który w czasie półokresu nieprzewodzenia rozładowuje się przez zwojnicę i zapewnia wzbudność wystarczającą do podtrzymania kotwicy.



Rys. 2.21. Układ odbiorczy prądu przemiennego z prostownikiem włączonym szeregowo: *a)* układ; *b)* wykres



Rys. 2.22. Układ odbiorczy prądu przemiennego z prostownikiem włączonym równolegle: *a*) układ, *b*) wykres

Inny układ odbiorczy pokazano na rys. 2.22.

Prostownik *Pr* przedstawia sobą znaczną rezystancję dla prądu I_1 płynącego w czasie pierwszego półokresu. Prąd ten magnesuje przekaźnik i powoduje przyciągnięcie kotwicy.

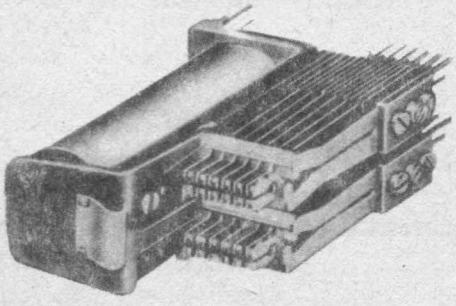
W czasie drugiego półokresu prąd I_2 przez zwojnicę przekaźnika nie płynie wskutek bocznikującego działania prostownika, spowodowanego jego małą rezystancją dla tego kierunku przepływu prądu. W zwojnicy pojawia się siła elektromotoryczna samoindukcji, która wywołuje pojawienie się prądu przejściowego I_3 w obwodzie utworzonym ze zwojnicy i prostownika. Prąd ten wywołuje dodatkowy strumień magnetyczny podtrzymujący kotwicę.

2.9. Przekaźniki telefoniczne standardowe Pentaconta

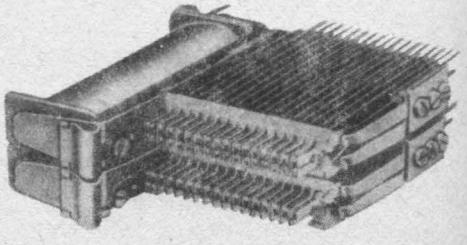
W urządzeniach telekomutacyjnych, pracujących w Polsce, spotyka się wiele różnych odmian przekaźników telefonicznych obojętnych, spośród których najbardziej rozpowszechnione są omówione już **przekaźniki typu B1** oraz **przekaźniki standardowe Pentaconta**, które znane są w dwóch odmianach:

— przekaźniki z cewką okrągłą (rys. 2.23),

— przekaźniki z cewką owalną (rys. 2.24).



Rys. 2.23. Przekaźnik telefoniczny standardowy Pentaconta z cewką okrągłą



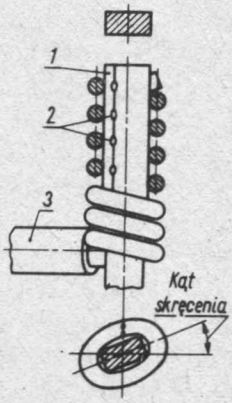
Rys. 2.24. Przekaźnik telefoniczny standardowy Pentaconta z cewką owalną

Przekaźniki z cewką okrągłą są stosowane wówczas, gdy moc pobierana ze źródła w czasie przyciągania jest ograniczona, wymagana jest duża czułość przekaźnika, duża liczba zestyków, duża indukcyjność zwojnicy i ewentualnie trzy niezależne zwojnice.

Przekaźniki te mają kotwice dwuramienne, które uruchamiają dwa zespoły zestyków, z których każdy może mieć do 26 sprężyn stykowych.

Przekaźniki z cewką owalną są stosowane wówczas, gdy liczba sprężyn przekaźnika nie przekracza 33, a moc przyciągania nie jest ograniczona. Przekaźniki te mają jednoramienne kotwice, uruchamiające po jednym zespole zestyków, liczących do 33 sprężyn stykowych.

Dwa przekaźniki z cewkami owalnymi montuje się na jarzmie przekaźnika z cewką okrągłą. Jeśli na jarzmie jest zmontowany tylko jeden przekaźnik z cewką owalną, miejsce drugiego przekaźnika zajmują inne elementy (rezystory, kondensatory, diody) zmontowane na specjalnym wsporniku.



Rys. 2.25. Połączenie owijane

1 — końcówka montażowa, *2* — miejsca styku, *3* — przewód

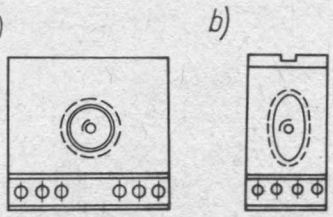
Końcówki montażowe cewek i zespołów zestyków są przystosowane do przyłączania przewodów montażowych metodą owijania zamiast tradycyjnego lutowania (rys. 2.25).

Obwód magnetyczny przekaźnika standardowego Pentaconta składa się z jarzma, rdzenia okrągłego lub owalnego i kotwicy dwu- lub jednoramiennej. Wymienione elementy są wykonane ze stali magnetycznie miękkiej; rdzenie przekaźników, których cewki powinny mieć dużą indukcyjność wykonuje się ze stali magnetycznej krzemowej.

Do wewnętrznej powierzchni kotwicy jest umocowana płytka niemagnetyczna z taśmy niklowej lub z brązu fosforowego o grubości 0,1 mm lub 0,2 mm. Przekaźniki wyposażone w dużą liczbę sprężyn mają kotwice bez płytki niemagnetycznej.

Zwojnice cewek nawija się na karkasach, wykonanych z tworzywa sztucznego. Cewki okrągłe mają dużą przestrzeń nawojową, wskutek czego mogą mieć do trzech niezależnych zwojnic.

Cewki owalne mają przestrzeń nawojową mniejszą, w której można umieścić do dwóch niezależnych zwojnic (rys. 2.26).



Rys. 2.26. Końcówki montażowe przekaźników standardowych Pentaconta: *a*) z cewką okrągłą; *b*) z cewką owalną

Cewki przekaźników standardowych są znormalizowane i dzielą się na serie, oznaczone symbolami cyfrowymi:

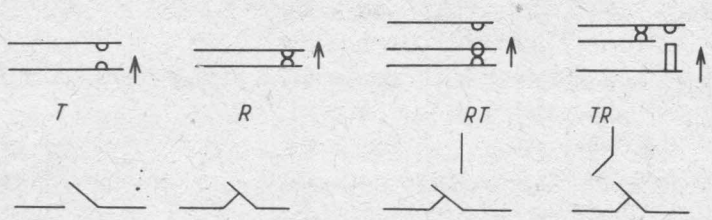
— 10...49 — cewki okrągłe,

— od 50 wzwyż — cewki owalne.

W każdej serii cewek istnieje podział na typy, oznaczone dużymi literami, np. 10A, 10B, itp., różniące się średnicą drutu nawojowego, liczbą zwojów zwojnicy (zwojnic) i rezystancją.

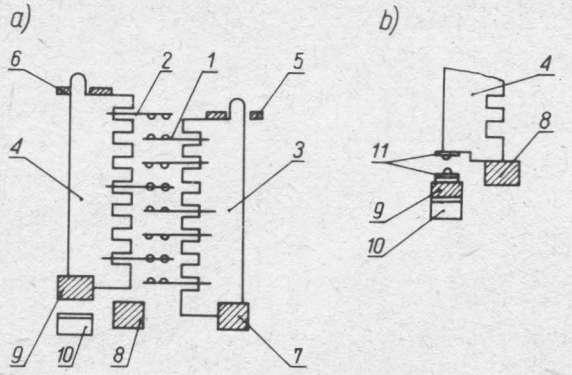
Zespoły zestyków przekaźników standardowych Pentaconta są zbudowane ze sprężyn stykowych wykonanych z mosiądzu wysokoniklowego. Na końcach sprężyny stykowe są rozcięte i wyposażone w kuliste styczki wykonane ze stopu srebra i złota (Ag90Au10), stopu srebra i palladu (Ag70Pd30) lub czystego palladu. W zespołach zestyków występują zestyki następujących rodzajów (rys. 2.27):

— zestyki zwierne *T* (travail),
— zestyki rozwierne *R* (répos),
— zestyki przełączne *RT*,
— zestyki przełączne bezprzerwowe *TR*,
— zestyki zwierne *X* zamykające się przed uruchomieniem pozostałych zestyków zespołu w czasie przyciągania kotwicy i otwierające się po powrocie do stanu spoczynku pozostałych zestyków zespołu w czasie zwalniania kotwicy; zestyki *X* stosuje się w zespołach zawierających nie więcej niż 14 sprężyn.



Rys. 2.27. Zestyki przekaźników standardowych Pentaconta

Zasadę budowy i działania zespołu zestyków pokazano na rys. 2.28. Sprężyny stykowe stałe i ruchome są montowane bez ugięcia wstępnego. W pewnej odległości od końców wyposażonych w styczki są one osadzone w wycięciach grzebieni: sprężyny stałe — grzebienia stałego, a sprężyny ruchome — ruchomego. Oba grzebienie mają jednakowe kształty i są dociśnięte przez sprężyny dociskowe do ramion wsporników.



Rys. 2.28. Zasada budowy i działania zestyków przekaźników standardowych Pentaconta: *a*) zestyków *R*, *T* i *RT*; *b*) zestyku *X*

1 — sprężyna stała, *2* — sprężyna ruchoma, *3* — grzebień stały, *4* — grzebień ruchomy, *5* — sprężyna dociskowa, *6* — sprężyna zwrotna, *7* — ramię wspornika zespołu zestyków, *8* — ramię wspornika grzebienia ruchomego, *9* — ramię kotwicy, *10* — sprężyna oporowa, *11* — zestyk X

W czasie przyciągania kotwicy jej ramię podnosi grzebień ruchomy, powodując kolejne otwieranie zestyków rozwiernych i zamykanie zestyków zwiernych. W czasie odpadania kotwicy, pod działaniem sprężyny zwrotnej, grzebień ruchomy wraca do położenia spoczynkowego, otwierając kolejno zestyki zwierne i zamykając zestyki rozwierne.

W czasie przyciągania kotwicy, w zestyku przełącznym bezprzerwowym *TR* najpierw następuje zamknięcie zestyku zwiernego, a potem — otwarcie zestyku rozwiernego. W czasie zwalniania kotwicy działanie zestyków odbywa się w porządku odwrotnym.

Sprężyny tworzące zestyk *X*, są umieszczone między ramieniem kotwicy i grzebieniem ruchomym. W czasie przyciągania kotwicy jej ramię podnosi dolną sprężynę stykową zestyku *X* powodując w ten sposób zamknięcie zestyku, a następnie uruchomienie pozostałych zestyków. W czasie zwalniania kotwicy działanie zestyków przebiega w porządku odwrotnym.

Dla pokonania obciążenia przekaźnik musi mieć odpowiednią wzbudność, którą w wypadku przekaźników standardowych Pentaconta można obliczyć ze wzoru

$$W = k + a\, i_{RT} + b\, i_T + c i_R \tag{2.25}$$

przy czym: W — wzbudność, k — współczynnik zależny od rodzaju zestyków tworzących dany zespół, *a* — liczba zestyków przełącznych *RT* i *TR*, *b* — liczba zestyków zwiernych *T*, *c* — liczba zestyków rozwiernych *R* i zestyków *X*, i_{RT} — współczynnik dla zestyków *RT* i *TR*, i_T — współczynnik dla zestyków *T*, i_R — współczynnik dla zestyków *R* i *X*.

Wartości współczynników *k* oraz *i* podano w tab. 2.1.

Wzbudność obliczoną w ten sposób należy traktować jako orientacyjną.

Tabela 2.1

Wartości współczynników *k* oraz *i* przekaźników standardowych Pentaconta

Lp.	Obciążenie przekaźnika	Cewka owalna		Cewka okrągła	
		k	*i*	*k*	*i*
1	Wyłącznie zestyki zwierne *T*	90	18	80	14
2	Wyłącznie zestyki rozwierne *R*	90	32	85	22
3	Wyłącznie zestyki przełączne *RT*	132	50	110	40
4	Zestyki zwierne *T* i rozwierne *R*	138	—	130	—
5	Zestyki zwierne *T*, rozwierne *R* i przełączne *RT*	155	—	120	—

Przykład 2.1

Obliczyć wzbudności cewki okrągłej W_1 i owalnej W_2, wymagane do uruchomienia przekaźnika wyposażonego w zestyki *3RT–2T–1R*.

$$W_1 = 120 + 3 \cdot 40 + 2 \cdot 14 + 1 \cdot 22 = 290 \text{ A}$$
$$W_2 = 155 + 3 \cdot 50 + 2 \cdot 18 + 1 \cdot 32 = 373 \text{ A}$$

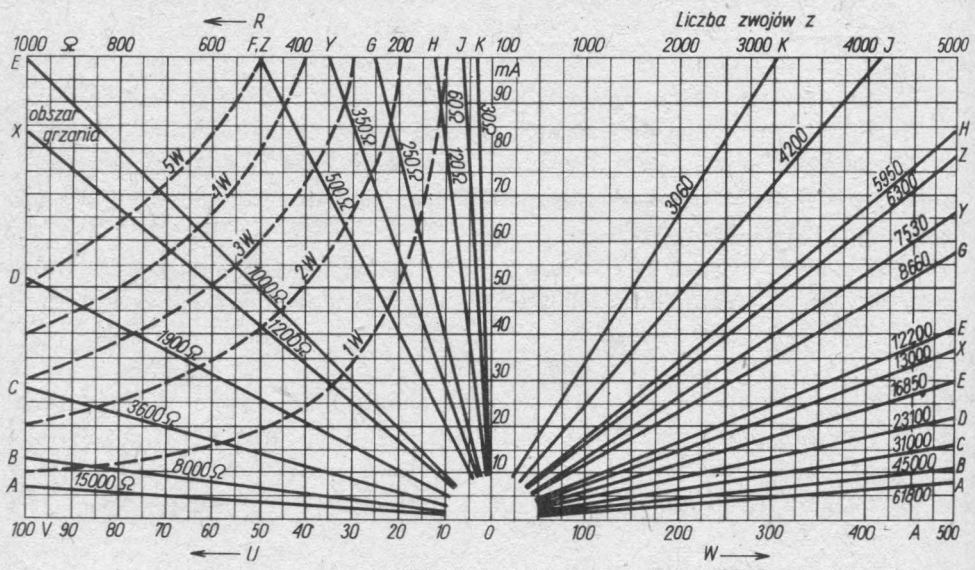
Moc (w W) wymaganą do uzyskania żądanej wzbudności oblicza się ze wzorów:

– cewka okrągła $P = 3{,}3 \cdot 10^{-6}\ W^2$ (2.26)

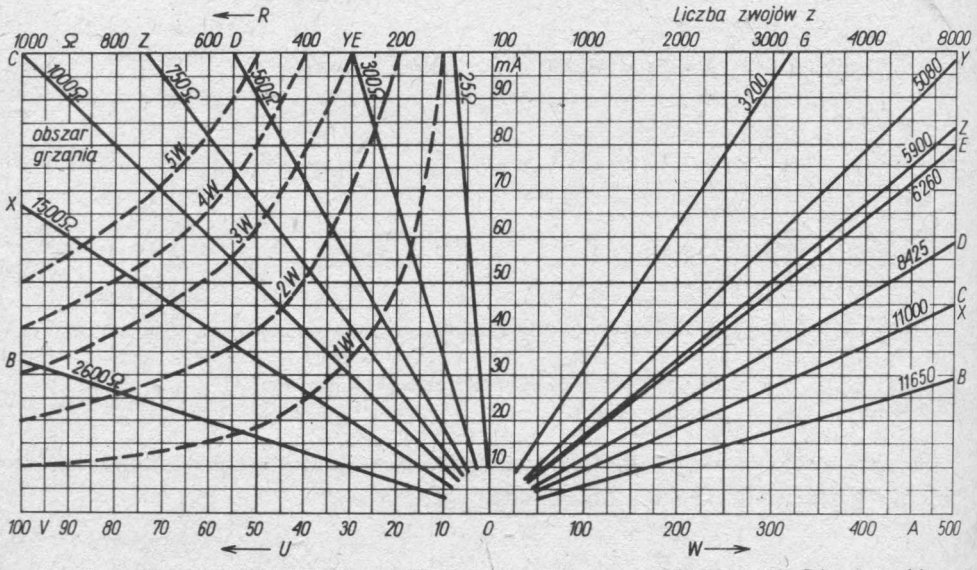
– cewka owalna $P = 7{,}7 \cdot 10^{-6}\ W^2$ (2.27)

Dla podanego zespołu zestyków otrzymujemy więc $P_1 = 0{,}28$ W i $P_2 = 1{,}07$ W.

Doboru cewki dla przekaźnika, która zapewniałaby żądaną wzbudność dokonuje się za pomocą wykresów pokazanych na rys. 2.29 i 2.30.



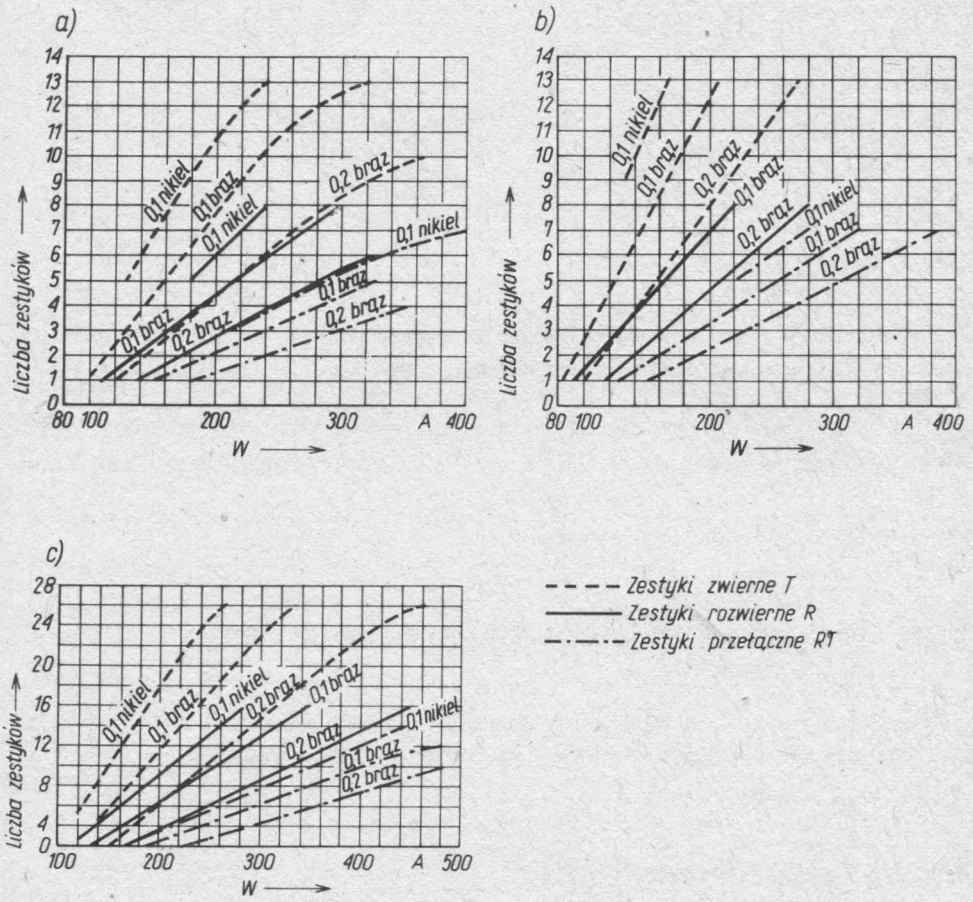
Rys. 2.29. Zależności między wzbudnością W, liczbą zwojów z, prądem I, rezystancją R i mocą pobieraną P dla cewek okrągłych przekaźników Pentaconta



Rys. 2.30. Zależności między wzbudnością W, liczbą zwojów z, prądem I, rezystancją R i mocą pobieraną P dla cewek owalnych przekaźników Pentaconta

Potrzebną cewkę dobiera się za pomocą prawych części wykresów. Wymaganą wzbudność, jak widać z wykresów, można uzyskać, używając w tym celu różnych cewek. Przy doborze cewki należy kierować się wartością napięcia pracy i mocy wydzielonej w cewce. Zalecane jest, aby moc ta dla cewki okrągłej była mniejsza niż 3,5 W, a dla cewki owalnej — niż 2 W.

Wzbudność wymaganą do przyciągnięcia kotwicy przez przekaźnik standardowy Pentaconta z cewkami można również obliczyć posługując się wykresami z rys. 2.31.



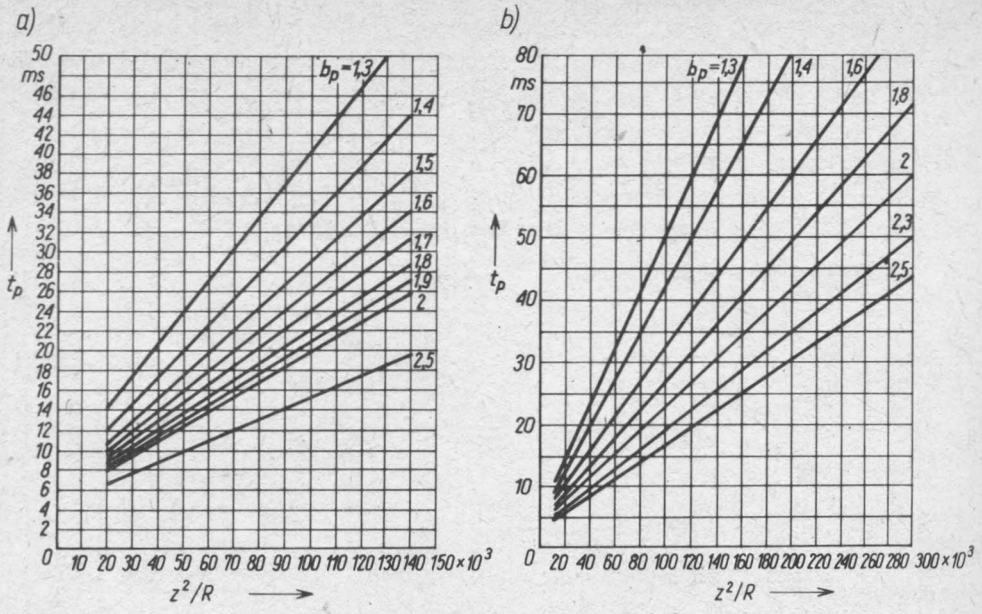
Rys. 2.31. Zależności między wzbudnością W a liczbą zestyków dla przekaźników standardowych Pentaconta: *a*) z cewką owalną; *b*) z cewką okrągłą i jednym zespołem zestyków; *c*) z cewką okrągłą i dwoma zespołami zestyków. Podane liczby określają grubość płytek niemagnetycznych w mm

— — — zestyki zwierne T, ——— zestyki rozwierne R — · — · — zestyki przełączne RT

Czasy przyciągania i zwalniania przekaźników standardowych Pentaconta zawierają się w granicach od kilku do kilkudziesięciu milisekund i zależą od:

— stałej czasowej obwodu, która zależy od współczynnika $\frac{z^2}{R}$ (przy czym: z — liczba zwojów zwojnicy, R — rezystancja obwodu zwojnicy),

— prądowego współczynnika zapasu na przyciąganie albo na zwalnianie.



Rys. 2.32. Zależność między czasem przyciągania a współczynnikiem $\frac{z^2}{R}$ dla różnych współczynników b_p przy napięciu pracy 48 V dla przekaźników standardowych Pentaconta: *a*) z cewką owalną; *b*) z cewką okrągłą

Wykresy, ilustrujące wymienione zależności dla czasu przyciągania pokazano na rys. 2.32.

2.10. Przekaźniki telefoniczne specjalne Pentaconta

Oprócz przekaźników telefonicznych standardowych stosuje się wiele przekaźników specjalnych o specjalnej budowie i korzystnych właściwościach.

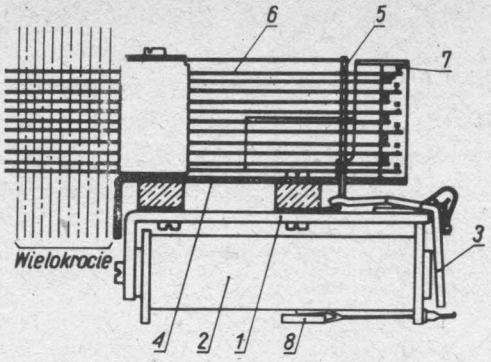
2.10.1. Przekaźnik wielokrotny

Przekaźnik wielokrotny składa się z 20 niezależnych przekaźników indywidualnych (rys. 2.33) umocowanych na wspólnej listwie.

Charakterystyczną cechą przekaźnika są zestyki, utworzone z 11 szyn stykowych i zespołów sprężyn stykowych, uruchamianych indywidualnie przez kotwice poszczególnych przekaźników (rys. 2.34).

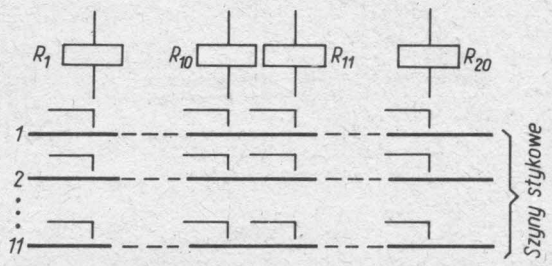
Dzięki temu uzyskano prosty element komutacyjny, umożliwiający tworzenie wieloprzewodowej drogi połączeniowej.

Dokonanie połączenia za pomocą przekaźnika wielokrotnego wymaga urucho-



Rys. 2.33. Przekaźnik wielokrotny

1 — jarzmo, *2* — cewka, *3* — kotwica, *4* — listwa, *5* — grzebień, *6* — sprężyna stykowa, *7* — szyna stykowa, *8* — warystor

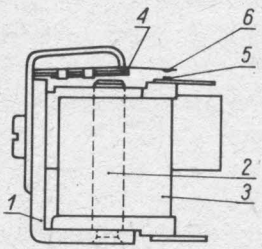


Rys. 2.34. Schemat elektryczny przekaźnika wielokrotnego

mienia dwóch odpowiednich przekaźników i podtrzymanie ich kotwic tak długo, jak długo potrzebne jest to połączenie.

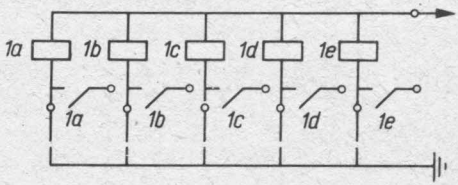
2.10.2. Przekaźnik pięciokrotny

Przekaźnik pięciokrotny (rys. 2.35) składa się z 5 szybkodziałających miniaturowych przekaźników elektromagnetycznych, z których każdy jest wyposażony w jeden zestyk zwierny. Zestyki i zwojnice przekaźnika są połączone, jak pokazano na rys. 2.36.



Rys. 2.35. Przekaźnik pięciokrotny

1 — jarzmo, *2* — rdzeń, *3* — cewka, *4* — kotwica, *5* — styk stały, *6* — styk ruchomy



Rys. 2.36. Schemat elektryczny przekaźnika pięciokrotnego

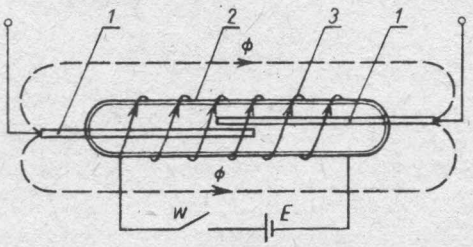
Przekaźniki te odznaczają się dużą czułością (do przyciągania wymagana jest wzbudność ok. 100 A) i krótkim czasem przyciągania (ok. 5 ms).

Ostatnio przekaźniki te zastępuje się ekwiwalentnymi układami elektronicznymi.

2.11. Przekaźniki kontaktronowe

Przekaźniki kontaktronowe są to miniaturowe przekaźniki elektromagnetyczne odznaczające się krótkim czasem działania, dużą trwałością, małym poborem energii i brakiem jakichkolwiek wymagań dotyczących regulacji. Dzięki swoim zaletom są chętnie stosowane w urządzeniach telekomutacyjnych, szczególnie w układach elektronicznych.

Zasadę budowy i działania przekaźnika kontaktronowego przedstawiono na rys. 2.37.



Rys. 2.37. Zasada budowy i działania przekaźnika kontaktronowego
1 — sprężyna stykowa, *2* — rurka szklana, *3* — zwojnica

Zestyk hermetyczny przekaźnika tworzą dwie płaskie sprężyny wykonane z materiału ferromagnetycznego, umieszczone wewnątrz szklanej rurki, obustronnie zamkniętej i wypełnionej gazem ochronnym, np. wodorem.

Płaskie końce sprężyn, które stykają się z sobą w czasie pracy przekaźnika są pokryte warstwą np. złota lub rodu w celu zmniejszenia rezystancji zestyku. Rurkę z zestykiem, względnie kilka takich rurek, umieszcza się wewnątrz cewki o przekroju kołowym lub owalnym.

Po dołączeniu do zwojnicy napięcia zasilającego wokół cewki pojawia się strumień magnetyczny, który zamyka się przez sprężyny stykowe zestyku, powodując ich namagnesowanie się i wzajemne przyciąganie. Zestyk zamyka się i pozostaje w tym stanie tak długo, jak długo przez zwojnicę płynie prąd.

Przekaźniki kontaktronowe odznaczają się bardzo krótkim czasem przyciągania i zwalniania — odpowiednio ok. 3 ms i 1 ms, dużym prądem płynącym w obwodzie zamykanym przez zestyk — od 1 mA do 3 A i dużą trwałością — od kilku do kilkudziesięciu milionów zadziałań.

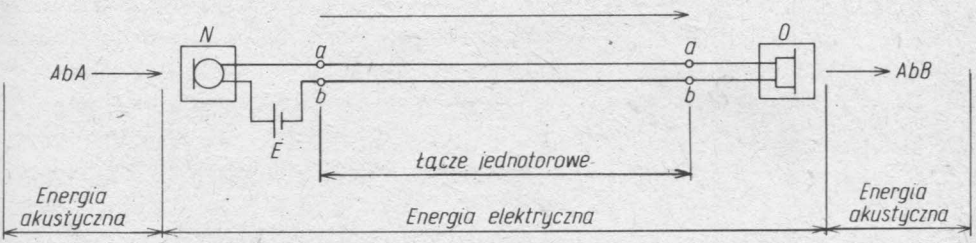
3. Aparaty telefoniczne

3.1. Schemat blokowy aparatu telefonicznego i systemy zasilania mikrofonów

Aparat telefoniczny jest to telekomunikacyjny aparat przetwórczy, stanowiący zakończenie telefonicznego łącza abonenckiego.

Aparat telefoniczny umożliwia przekształcanie energii akustycznej mowy na energię elektryczną oraz przekształcanie odwrotne, a także nadawanie i odbieranie sygnałów wymaganych do uzyskania połączenia z abonentem żądanym.

Najprostszy układ telefoniczny pokazano na rys. 3.1.



Rys. 3.1. Jednokierunkowy układ telefoniczny
N — nadajnik (mikrofon), *O* — odbiornik (słuchawka)

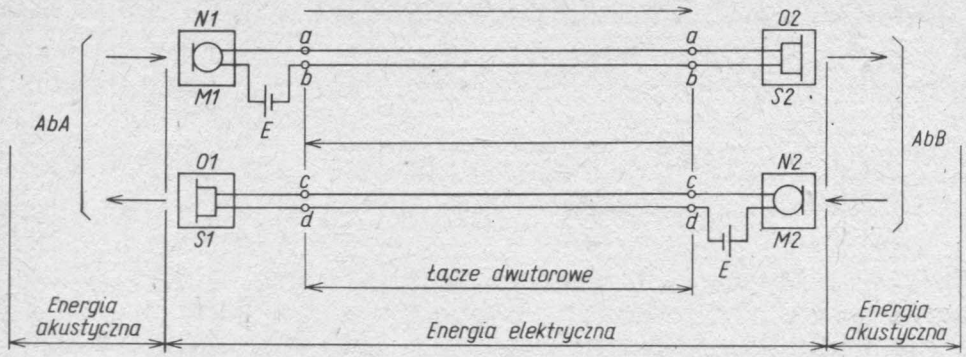
Źródłem informacji są narządy mowy abonenta *A*, które nadają dźwięki, czyli powodują zaburzenia falowe powietrza, otaczającego mikrofon. Drgania powietrza oddziałują na mikrofon, który wysyła w łącze prąd zmienny o częstotliwości i amplitudzie odpowiadającej częstotliwość i amplitudzie drgań powietrza.

Energia prądu zmiennego wzbudza słuchawkę. Słuchawka wywołuje dźwięk o częstotliwości i amplitudzie odpowiadającej w zasadzie częstotliwości i amplitudzie prądu zmiennego. Dźwięk ten, zawierający informację, trafia do ucha abonenta *B*.

Energia elektryczna pośredniczy w przesyłaniu informacji między abonentem *A* i abonentem *B*. W procesie przekazywania informacji biorą udział dwa przetworniki elektroakustyczne, z których pierwszy, mikrofon, zamienia energię akustyczną na elektryczną, a drugi, słuchawka — energię elektryczną na akustyczną. Zastosowanie energii elektrycznej do przekazywania informacji na odległość ma duże zalety, gdyż przebiegi elektryczne można przesyłać na dowolne odległości, dzięki zastosowaniu urządzeń wzmacniających, które kompensują straty energii, powstające w urządzeniach, tworzących łańcuch telefoniczny.

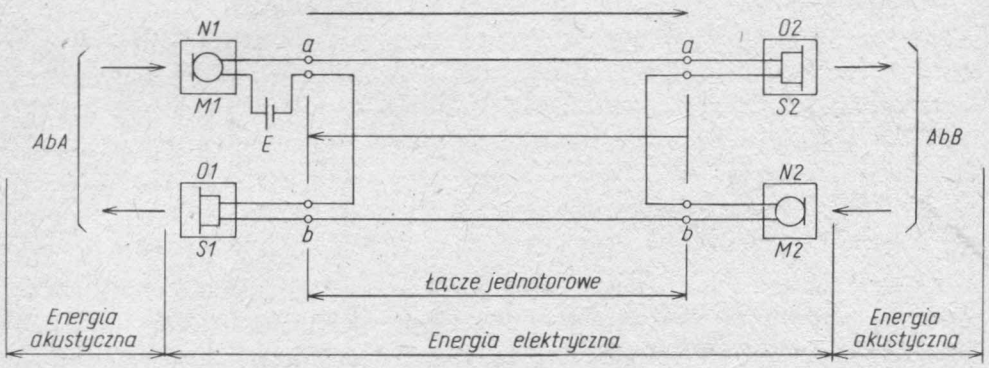
Omawiany układ jest **układem jednokierunkowym**, gdyż umożliwia przesyłanie

informacji tylko od abonenta *A* do abonenta *B*. Do prowadzenia rozmowy telefonicznej potrzebne jest przesyłanie informacji w obu kierunkach. Możliwość taką zapewnia **układ dwukierunkowy** (rys. 3.2).



Rys. 3.2. Dwukierunkowy układ telefoniczny — dwutorowy

Przedstawiony układ ma oddzielny tor dla każdego kierunku przekazywania sygnału. Jeśli względy techniczne nie wymagają stosowania łącza dwutorowego, stosuje się układ pokazany na rys. 3.3.



Rys. 3.3. Dwukierunkowy układ telefoniczny — jednotorowy

Przedstawiony układ ma jeden tor, służący do przekazywania sygnałów w obu kierunkach.

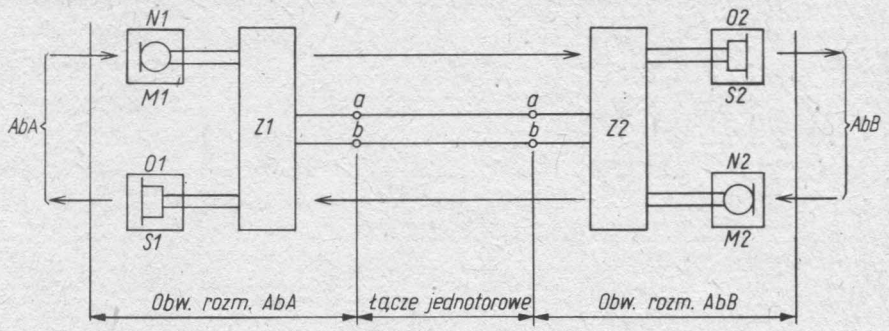
W czasie nadawania sygnałów za pomocą mikrofonu *M1*, przeznaczonych dla abonenta *B*, tylko część energii prądu przemiennego odbiera słuchawka *S2*; resztę pochłania mikrofon *M2*, łącze i słuchawka *S1*. Podobnie dzieje się w czasie nadawania sygnałów za pomocą mikrofonu *M2*, przeznaczonych dla abonenta *A*.

Układ ten ma mniejszą sprawność energetyczną niż układ z rys. 3.2. Odbiór części energii prądu przemiennego przez słuchawkę aparatu nadającego, oprócz pogarszania sprawności energetycznej, wywołuje dodatkowo tzw. efekt lokalny.

Efekt lokalny jest to zjawisko odtwarzania przez słuchawkę aparatu telefonicznego dźwięków odebranych przez mikrofon tego samego aparatu. Efekt ten oddziałuje

szczególnie niekorzystnie w pomieszczeniach o dużym poziomie zakłóceń akustycznych, gdyż pogarsza zrozumiałość prowadzonej rozmowy.

W celu zmniejszenia efektu lokalnego aparaty telefoniczne wyposaża się w specjalne układy elektryczne, zwane układami antylokalnymi (rys. 3.4).



Rys. 3.4. Dwukierunkowy układ telefoniczny jednotorowy z układami antylokalnymi (*Z1* i *Z2*)

Układ antylokalny uniemożliwia przedostawanie się do słuchawki aparatu telefonicznego energii prądu przemiennego wytwarzanego przez mikrofon tego aparatu w czasie nadawania.

W czasie nadawania mikrofon pobiera energię akustyczną, a wysyła w łącze energię elektryczną, która jest większa od pobranej energii akustycznej. W zależności od budowy mikrofonu, wzmocnienie energii jest dokonywane bądź przez sam mikrofon (mikrofon węglowy), bądź przez wzmacniacz współpracujący z mikrofonem (mikrofony elektromagnetyczny i dynamiczny). Energię elektryczną potrzebną do wzmocnienia mikrofon pobiera z baterii zasilającej.

Współcześnie są stosowane dwa systemy zasilania mikrofonów aparatów telefonicznych:

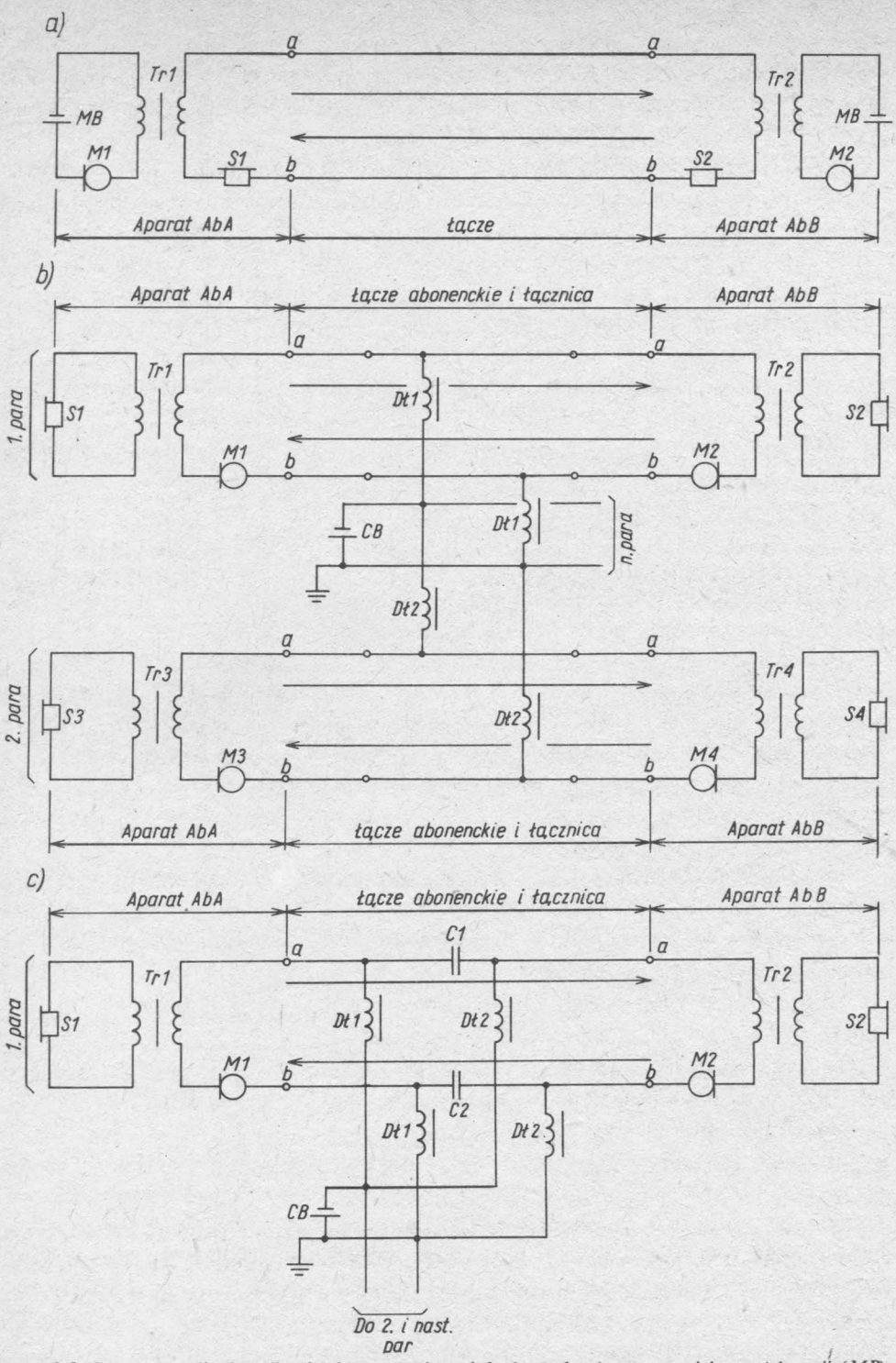
— system **„miejscowej baterii"**, w skrócie *MB*,

— system **„centralnej baterii"**, w skrócie *CB*.

W systemie *MB* mikrofon każdego aparatu jest zasilany z oddzielnej miejscowej baterii o napięciu 3V, zainstalowanej przy aparacie telefonicznym, a w systemie *CB* mikrofony wszystkich aparatów są zasilane ze wspólnej centralnej baterii, o napięciu od kilkunastu do kilkudziesięciu woltów (24, 48, 50 lub 60 V), zainstalowanej w centrali telefonicznej (rys. 3.5).

Zarówno w systemie miejscowej, jak i centralnej baterii, słuchawki są oddzielone galwanicznie za pomocą transformatorów telefonicznych od obwodów, w których płynie prąd stały. W systemie *MB* transformator oddziela obwód mikrofonowy od łącza w celu stworzenia dogodnych warunków zasilania mikrofonu i uchronienia słuchawki przed prądem stałym, który w pewnych warunkach mógłby obniżyć jakość jej pracy, a w systemie *CB* chroni słuchawkę przed prądem stałym. Transformator telefoniczny ma jeszcze inne zadania, które będą omawiane w dalszych rozdziałach.

Mikrofon, słuchawka i transformator telefoniczny należą do elementów tworzących **obwód rozmówny** aparatu telefonicznego.



Rys. 3.5. Systemy zasilania mikrofonów aparatów telefonicznych: *a*) system miejscowej baterii (*MB*); *b*) system centralnej baterii (*CB*) (zasilanie nierozdzielone); *c*) system centralnej baterii (*CB*) (zasilanie rozdzielone)

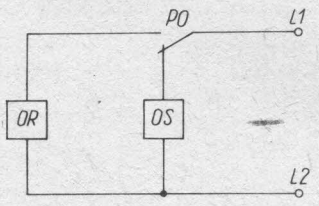
Aby przeprowadzić rozmowę telefoniczną należy abonenta żądanego przywołać do aparatu telefonicznego. W tym celu aparat jest wyposażony w nadajnik i odbiornik sygnału wywołania, które tworzą **obwód sygnałowy.**

Obwód sygnałowy aparatu telefonicznego *MB* jest wyposażony w generator prądu przemiennego, którym jest prądnica magnetoelektryczna małej mocy, zwana induktorem, albo układ tranzystorowy, który pełni rolę źródła prądu wywoławczego oraz dzwonek polaryzowany, pełniący rolę odbiornika prądu wywoławczego lub odpowiedni przetwornik zamieniający energię prądu wywoławczego na sygnał akustyczny o częstotliwości akustycznej.

Obwód sygnałowy aparatu telefonicznego *CB* jest wyposażony tylko w dzwonek polaryzowany, pełniący rolę odbiornika prądu wywoławczego. Nadawanie sygnału wywołania dokonuje się za pomocą zestyku przełącznika obwodów.

Współczesny aparat telefoniczny ma przeważnie mikrofon i słuchawkę wbudowaną w zespół zwany **mikrotelefonem.**

W stanie spoczynku aparatu telefonicznego mikrotelefon spoczywa w zagłębnieniu odpowiednio ukształtowanej obudowy aparatu i za pośrednictwem popychaczy, przełącza zestyki **przełącznika obwodów**, które dołączają do łącza obwód sygnałowy, a odłączają obwód rozmówny.



Rys. 3.6. Układ blokowy aparatu telefonicznego

L1 i *L2* — zaciski liniowe aparatu, *OR* — obwód rozmówny, *OS* — obwód sygnałowy, *PO* — przełącznik obwodów

W czasie rozmowy mikrotelefon jest zdjęty z aparatu. Podniesienie mikrotelefonu powoduje przełączenie zestyków przełącznika obwodów, wskutek czego do łącza zostaje dołączony obwód rozmówny, a odłączony obwód sygnałowy (rys. 3.6).

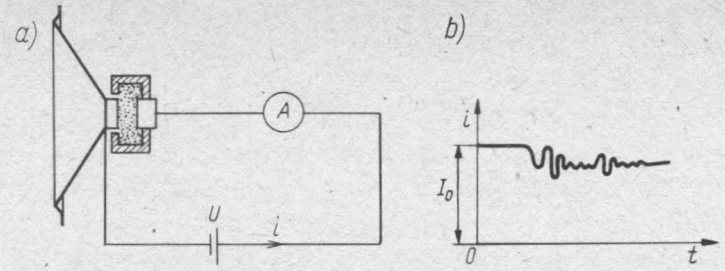
3.2. Elementy obwodu rozmównego aparatu telefonicznego

3.2.1. Mikrofon węglowy

Mikrofon węglowy jest to przetwornik elektroakustyczny, o działaniu opartym na zmianie rezystancji styków, występujących między ziarnami proszku węglowego, spowodowanej działaniem ciśnienia akustycznego. Zmiana rezystancji proszku powoduje zmianę prądu płynącego w obwodzie mikrofonowym (rys. 3.7).

Po zamknięciu obwodu mikrofonowego popłynie prąd stały o wartości I_o.

Pod wpływem nacisku membrany, wywołanym działaniem ciśnienia akustycznego, następuje przemieszczanie i dociskanie ziaren proszku, powodujące zmianę rezystancji



Rys. 3.7. Zasada budowy mikrofonu węglowego: *a*) obwód mikrofonowy; *b*) wykres prądu mikrofonowego

mikrofonu. Prąd zmienia wartość, lecz nie zmienia zwrotu; jest to prąd o zmieniającej się wartości, czyli prąd tętniący.

Zakładając, że na membranę działa ciśnienie, zmieniające się sinusoidalnie

$$p = p_m \sin \omega t \tag{3.1}$$

oraz, że zmiany rezystancji mikrofonu są proporcjonalne do zmian ciśnienia, otrzymamy rezystancję chwilową mikrofonu w stanie dynamicznym (pracy) równą

$$r = R_o - R_z \sin \omega t \tag{3.2}$$

a chwilowa wartość prądu w obwodzie mikrofonowym wyrazi się wzorem

$$i = \frac{U}{R_o - R_z \sin \omega t} \tag{3.3}$$

przy czym: U — napięcie prądu stałego, R_o — średnia rezystancja mikrofonu w stanie statycznym, R_z — amplituda zmian rezystancji mikrofonu w stanie dynamicznym, ω — pulsacja dźwięku.

Dokonując przekształceń, można napisać

$$i = \frac{\frac{U}{R_o}}{1 - \frac{R_z}{R_o} \sin \omega t} = \frac{U}{R_o} \frac{1}{1 - \frac{R_z}{R_o} \sin \omega t} =$$

$$= \frac{U}{R_o} \left(1 - \frac{R_z}{R_o} \sin \omega t\right)^{-1} \tag{3.4}$$

a następnie rozwinąć w szereg

$$i = \frac{U}{R_o} \left\{1 + \frac{R_z}{R_o} \sin \omega t + \left(\frac{R_z}{R_o}\right)^2 \sin^2 \omega t + \right.$$

$$\left. + \left(\frac{R_z}{R_o}\right)^3 \sin^3 \omega t + \ldots \right\} \tag{3.5}$$

Otrzymane wyrażenie wskazuje, że sinusoidalnej zmianie ciśnienia akustycznego od-

powiada niesinusoidalna zmiana prądu w obwodzie mikrofonowym. Aby składowe tego prądu, zawierające wyższe harmoniczne, nie miały większego znaczenia, trzeba aby $R_z \ll R_o$.

Jeżeli warunek ten jest spełniony to wyraz

$$\left(\frac{R_z}{R_o}\right)^3 \sin^3 \omega t$$

i dalsze można pominąć i przekształcić wyrażenie (3.5) następująco

$$i = \frac{U_o}{R_o}\left\{1+\frac{R_z}{R_o}\sin\omega t+\left(\frac{R_z}{R_o}\right)^2\frac{1-\cos 2\omega t}{2}\right\} =$$

$$= \frac{U}{R_o}\left\{1+\frac{R_z}{R_o}\sin\omega t+\frac{1}{2}\left(\frac{R_z}{R_o}\right)^2-\frac{1}{2}\left(\frac{R_z}{R_o}\right)^2\cos 2\omega t\right\} \qquad (3.6)$$

Z wyrażenia (3.6) wynika, że mikrofon węglowy pobudzony dźwiękiem o pewnej częstotliwości, wytwarza, oprócz składowej zmiennej prądu o tej samej częstotliwości, również drugą harmoniczną (2ω). Oznacza to zniekształcenie, ponieważ pojawiła się dodatkowa częstotliwość. Zniekształcenia te nazywają się **zniekształceniami nielinearnymi.**

Zniekształcenia nielinearne powodują zdeformowanie przebiegu pierwotnego i pojawienie się prądów o częstotliwościach harmonicznych. W czasie odbioru ma więc miejsce zmiana barwy dźwięku.

Wielkość zniekształceń nielinearnych określa się za pomocą współczynnika zawartości harmonicznych

$$h = \sqrt{\frac{I_2^2+I_3^2+\ \ldots}{I_1^2+I_2^2+I_3^2+\ \ldots}}\,100(\%) \qquad (3.7)$$

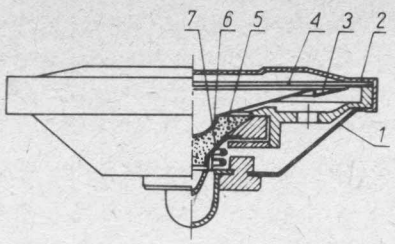
przy czym I_1, I_2, I_3... oznaczają wartości skuteczne prądów pierwszej (podstawowej), drugiej, trzeciej i dalszych harmonicznych.

Zniekształcenia nielinearne szybko wzrastają ze wzrostem natężenia dźwięku. Jest to wynikiem zwiększania się stosunku $\frac{R_z}{R_o}$ oraz coraz większą krzywizną wykorzystywanego odcinka krzywej zmiany rezystancji mikrofonu w zależności od amplitudy odchylenia membrany, odpowiadającego natężeniu dźwięku.

Drugi rodzaj zniekształceń to tzw. **zniekształcenia linearne**, spowodowane niejednakową skutecznością mikrofonu dla sygnałów o różnych częstotliwościach. Zniekształcenia linearne mają źródło głównie w rezonansach mechanicznych membrany.

Rozwiązanie konstrukcyjne mikrofonu węglowego stanowi **wkładka mikrofonowa** (rys. 3.8).

Proszek węglowy jest umieszczony w komorze węglowej, na dnie której znajduje się elektroda nieruchoma. Wierzch przykrywa elektroda ruchoma, przymocowana do membrany. Elektrody są wykonane z miedzi i pozłacane, natomiast membrana jest



Rys. 3.8. Wkładka mikrofonowa CB-68

1 — metalowa obudowa, *2* — przykrywka z otworami, *3* — membrana, *4* — błona uszczelniająca, *5* — proszek węglowy, *6* — złocona elektroda ruchoma, *7* — złocona elektroda nieruchoma

wytłoczona z cienkiej folii aluminiowej. Poprzez aluminiową membranę elektroda ruchoma jest połączona elektrycznie z obudową wkładki, stanowiącą jedną jej końcówkę. Drugą końcówkę stanowi wystająca na zewnątrz kopułka stykowa.

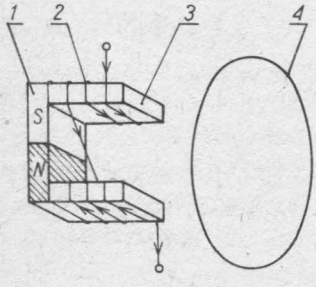
Wkładki mikrofonowe występują w dwóch odmianach, a mianowicie jako wkładki o małej średniej rezystancji dynamicznej, przeznaczone dla aparatów telefonicznych *MB* oraz jako wkładki o dużej średniej rezystancji dynamicznej przeznaczone dla aparatów telefonicznych *CB*.

Większa rezystancja mikrofonu *CB* wynika z warunków jego pracy. W systemie *CB* prąd zasilający mikrofon płynie z baterii centralnej przewodami toru mającymi na ogół znaczną rezystancję (rzędu setek omów). Aby uzyskać duże zmiany prądu w czasie pracy mikrofonu, zmiany jego rezystancji (a więc i średnia rezystancja) muszą być możliwie duże w stosunku do rezystancji całkowitej obwodu mikrofonowego.

3.2.2. Słuchawka

Słuchawka jest to przetwornik elektroakustyczny przekazujący energię akustyczną bezpośrednio do ucha. W zależności od zasady działania rozróżnia się słuchawki magnetyczne o ruchomej kotwicy, zwane słuchawkami elektromagnetycznymi, słuchawki magnetyczne o ruchomej cewce, zwane słuchawkami dynamicznymi oraz słuchawki piezoelektryczne.

Słuchawka elektromagnetyczna (rys. 3.9) jest wyposażona w magnes trwały z dwoma nabiegunnikami, stanowiącymi równocześnie rdzenie dla umieszczonych na nich uzwojeń cewek. Nad nabiegunnikami jest umieszczona ferromagnetyczna membrana spełniająca rolę kotwicy w obwodzie magnetycznym słuchawki. Magnes trwały jest wykonany z twardej stali, o dużej pozostałości magnetycznej. Nabiegunniki i membranę wykonuje się z miękkiej stali, której pozostałość magnetyczna jest bardzo mała.



Rys. 3.9. Zasada budowy słuchawki elektromagnetycznej

1 — magnes trwały, *2* — cewka, *3* — nabiegunnik, *4* — membrana

Uzwojenia cewek są połączone szeregowo w taki sposób, że ich strumienie magnetyczne dodają się. Strumienie te przebiegają po tej samej drodze, co strumień magnesu trwałego: od nabiegunnika na biegunie *N* przez szczelinę powietrzną, membranę, szczelinę powietrzną do nabiegunnika na biegunie *S*. Zatem prąd przemienny, przepływając przez uzwojenie, zależnie od

zwrotu, albo wzmacnia strumień magnesu trwałego, albo go osłabia. Zmiany strumienia magnetycznego zmieniają siłę przyciągania membrany do nabiegunników, powodując jej drganie. Drgająca membrana, odpychając cząsteczki otaczającego ją powietrza, wytwarza fale powietrzne, odczuwane przez ucho jako dźwięk.

W stanie spoczynku słuchawki membrana jest przyciągana do nabiegunników ze stałą siłą $F_o = \frac{\Phi_o^2}{8\pi S}$, gdzie Φ_o – strumień magnesu trwałego, S – powierzchnia przekroju szczeliny powietrznej.

W czasie przepływu prądu przemiennego przez uzwojenia w obwodzie magnetycznym słuchawki pojawia się strumień zmienny $\Phi_z \sin\omega t$, o częstotliwości równej częstotliwości płynącego prądu.

Wypadkowa siła przyciągania membrany do nabiegunników wyraża się wówczas wzorem

$$F = \frac{(\Phi_o + \Phi_z \sin\omega t)^2}{8\pi S} = \frac{\Phi_o^2 + 2\Phi_o\Phi_z \sin\omega t + \Phi_z^2 \sin^2\omega t}{8\pi S} \tag{3.8}$$

Ponieważ $\sin^2\omega t = \frac{1-\cos 2\omega t}{2}$ przeto wyrażenie (3.8) możemy zapisać następująco

$$F = \frac{\Phi_o^2}{8\pi S} + \frac{2\Phi_o\Phi_z}{8\pi S}\sin\omega t + \frac{\Phi_z^2}{16\pi S} - \frac{\Phi_z^2 \cos 2\omega t}{16\pi S} \tag{3.9}$$

Z analizy wyrażenia (3.9) wynika, że siła działająca na membranę, ma następujące składowe:

a) składową stałą $F_o = \frac{\Phi_o^2}{8\pi S} + \frac{\Phi_z^2}{16\pi S}$, która powoduje wstępne przyciągnięcie membrany,

b) składową zmienną $F_{z1} = \frac{\Phi_o\Phi_z}{4\pi S}\sin\omega t$, o częstotliwości równej częstotliwości prądu przemiennego, która jest składową użyteczną,

c) składową zmienną $F_{z2} = \frac{\Phi_z^2}{16\pi S}\cos 2\omega t$, o częstotliwości dwukrotnie większej od częstotliwości prądu przemiennego, która wprowadza zniekształcenia nielinearne.

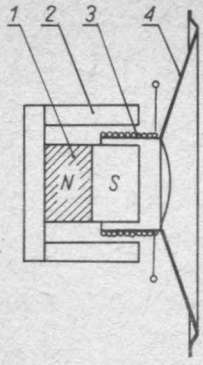
Jeżeli $\Phi_o \gg \Phi_z$ to składową F_{z2}, jako bardzo małą, można pominąć i wówczas

$$F_z = \frac{\Phi_o\Phi_z}{4\pi S}\sin\omega t \tag{3.10}$$

a więc jest wiernym odzwierciedleniem przebiegu prądu przemiennego płynącego przez uzwojenia. Zauważmy, że składowa użyteczna ma wartość proporcjonalną do wartości strumienia magnesu trwałego.

Słuchawki elektromagnetyczne są powszechnie stosowane w aparatach telefonicznych. Ostatnio stosuje się również **słuchawki dynamiczne** (rys. 3.10).

Głównymi częściami składowymi słuchawki dynamicznej są: magnes trwały w kształcie walca z nabiegunnikiem w kształcie pierścienia i umieszczona w jego polu



Rys. 3.10. Zasada budowy słuchawki dynamicznej

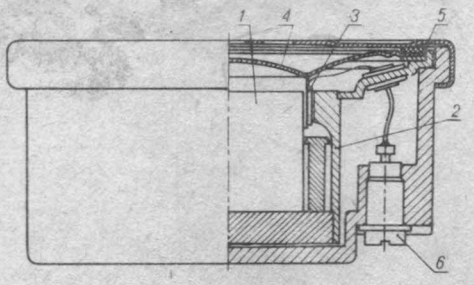
1 — magnes trwały, *2* — nabiegunnik pierścieniowy, *3* — ruchoma cewka, *4* — membrana

lekka cewka z przymocowaną do niej membraną z masy papierowej.

W czasie przepływu prądu przemiennego przez uzwojenie cewki, wskutek oddziaływania pola magnesu jest ona wciągana do wnętrza albo wypychana na zewnątrz, zależnie od zwrotu płynącego prądu. Powoduje to drganie membrany z częstotliwością równą częstotliwości prądu przemiennego, przepływającego przez uzwojenie cewki. Siła wciągania i wypychania cewki jest proporcjonalna do prądu, dzięki czemu słuchawka dynamiczna praktycznie nie wprowadza zniekształceń nielinearnych. Również zniekształcenia linearne, dzięki zastosowaniu lekkiej membrany, są znacznie mniejsze od zniekształceń linearnych słuchawki elektromagnetycznej.

Podobnie, jak mikrofony węglowe, słuchawki telefoniczne są wykonywane w postaci wymiennych wkładek. Na rys. 3.11 pokazano budowę typowej wkładki słuchawkowej dynamicznej.

Mikrofon i słuchawka telefoniczna wiążą się konstrukcyjnie w całość zwaną mikrotelefonem, który jest wykonany z tworzywa sztucznego, np, polistyrenu. Wkładki są umieszczone w przeznaczonych dla nich komorach i zakręcone z zewnątrz za pomocą



Rys. 3.11. Wkładka słuchawkowa dynamiczna

1 — magnes trwały, *2* — nabiegunnik, *3* — cewka, *4* — membrana, *5* — pokrywka, *6* — zacisk

pierścieni. Z aparatem mikrotelefon łączy się sznurem trzy- lub czterożyłowym. Żyły sznura są wykonane z linek miedzianych, izolowanych powłoką z masy plastycznej i otoczonych powłoką również z masy plastycznej. Sznury do mikrotelefonów są wykonywane jako skrętne.

3.2.3. Transformator telefoniczny i układy antylokalne

Transformator telefoniczny jest to transformator stosowany w obwodzie rozmównym aparatu telefonicznego dla oddzielenia mikrofonu od słuchawki.

Jak już wspomniano transformator w aparacie *MB* umożliwia obniżenie napięcia źródła prądu zasilającego mikrofon.

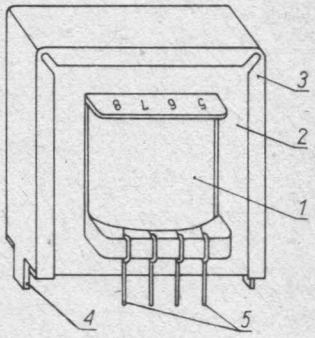
Następną korzyścią, uzyskiwaną dzięki zastosowaniu transformatora, jest podwyższenie napięcia przemiennego na zaciskach liniowych aparatu, a to dzięki odpowiedniej przekładni transformatora. Dalszą korzyścią jest niedopuszczanie prądu

stałego do uzwojeń słuchawki. Prąd ten mógłby rozmagnesować magnes trwały. Wreszcie, dzięki temu, że rezystancja mikrofonu jest duża w porównaniu z rezystancją pozostałych elementów obwodu mikrofonowego, wahania rezystancji tego mikrofonu powodują duże zmiany prądu.

W aparatach *CB* rola transformatora sprowadza się do galwanicznego oddzielenia słuchawki od prądu zasilającego mikrofon.

Transformatory telefoniczne stosowane we współczesnych aparatach telefonicznych mają wygląd przedstawiony na rys. 3.12. Są one przystosowane, za pomocą tzw. „wąsów", do umocowania do płytek z obwodami drukowanymi i przyłączenia końcówek lutowniczych bezpośrednio do oczek tych płytek.

Rdzeń (magnetowód) transformatora jest wykonany z kształtek, czyli odpowiednio wyciętych, polakierowanych blaszek ze stali krzemowej, odznaczającej się dużą przenikalnością magnetyczną i małymi stratami. Na środkowym słupie rdzenia znajduje się szpulka z uzwojeniami.



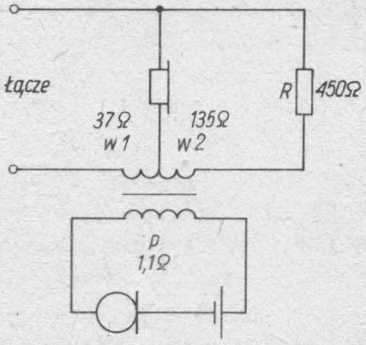
Rys. 3.12. Transformator telefoniczny

1 — szpulka z uzwojeniami, *2* — rdzeń, *3* — obejma, *4* — „wąsy", *5* — końcówki lutownicze

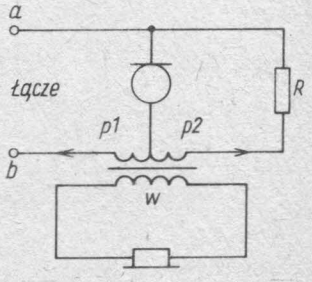
Uzwojenie pierwotne transformatora (*p*) aparatu telefonicznego *MB* (rys. 3.13) ma małą liczbę zwojów i małą rezystancję. Uzwojenie wtórne dzieli się na dwie części (*w1* i *w2*), o dużej liczbie zwojów i dużej rezystancji w porównaniu z uzwojeniem pierwotnym. Uzwojenia te wraz z uzwojeniem rezystancyjnym (*R*) tworzą układ antylokalny

Przy określonej wartości impedancji łącza abonenckiego i uzwojenia *w1* przez słuchawkę nie płynie prąd przemienny w czasie pracy mikrofonu. Wynika to z tego, że składowa zmienna prądu mikrofonowego wytwarza w uzwojeniach *w1* i *w2* siły elektromotoryczne o takich wartościach, że prądy przez nie wywołane, mają jednakowe wartości. Oba te prądy płyną przez słuchawkę i znoszą się.

Całkowite usunięcie efektu lokalnego ma miejsce tylko dla jednej wartości impedancji łącza. W praktyce, ze względu na różne wartości tej impedancji nie uzyskuje się zrównoważenia i przez słuchawkę płynie pewien niewielki prąd przemienny w czasie



Rys. 3.13. Układ antylokalny aparatu telefonicznego *MB*



Rys. 3.14. Układ antylokalny aparatu telefonicznego *CB*

pracy mikrofonu, który jednak nie wpływa ujemnie na jakość rozmowy. Zauważono ponadto, że abonenci nie lubią całkowicie „martwego" mikrofonu, powstającego przy doskonałym zrównoważeniu.

Uzwojenie pierwotne transformatora aparatu *CB* (rys. 3.14) składa się z dwóch części (*p1* i *p2*); wspólnie z uzwojeniem rezystancyjnym *R* tworzy układ antylokalny. Prądy rozmówne, wytworzone w mikrofonie, który jest ich źródłem, rozpływają się przez uzwojenia *p1* i *p2* wytwarzając strumienie magnetyczne o przeciwnych zwrotach. Liczby zwojów oraz impedancje wypadkowe uzwojenia *p2* i *R* są tak dobrane w stosunku do impedancji przeciętnego łącza abonenckiego, że prądy te wywołują strumienie magnetyczne praktycznie o jednakowych wartościach. Wobec przeciwnych zwrotów tych strumieni, strumień wypadkowy będzie praktycznie równy 0, a co za tym idzie na zaciskach uzwojenia wtórnego *w* nie pojawi się siła elektromotoryczna i przez słuchawkę nie popłynie prąd rozmówny.

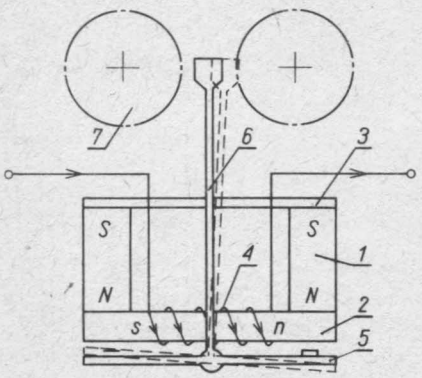
Prądy rozmówne, przychodzące z łącza abonenckiego, przepływają przez uzwojenia *p1* i *p2*, wytwarzając zgodne, co do zwrotu, strumienie i w rezultacie przenoszą się do słuchawki.

3.3. Elementy obwodu sygnalizacyjnego aparatu telefonicznego

3.3.1. Dzwonek polaryzowany

Odbiornikiem prądu wywoławczego w aparacie telefonicznym jest **dzwonek polaryzowany.**

Zasadę budowy dzwonka polaryzowanego pokazano na rys. 3.15. Dzwonek ten składa się z dwóch magnesów trwałych, umieszczonych między płytką mocującą i rdzeniem cewki, cewki nasuniętej na rdzeń o przekroju prostokątnym, umieszczonej na osi ruchomej kotwicy z umocowanym do niej młoteczkiem oraz z dwóch półkulistych czasz. Magnesy trwałe są sporządzone z ferrytu magnetycznie twardego w postaci prostopadłościanów i odznaczają się dużą pozostałością magnetyczną (koercją). Płytka mocująca oraz rdzeń są wykonane z miękkiej stali i wraz z magnesami trwałymi tworzą obwód magnetyczny dzwonka.



Rys. 3.15. Zasada budowy dzwonka polaryzowanego

1 — magnes trwały, *2* — rdzeń, *3* — płytka mocująca, *4* — cewka, *5* — kotwica, *6* — młoteczek, *7* — czasza

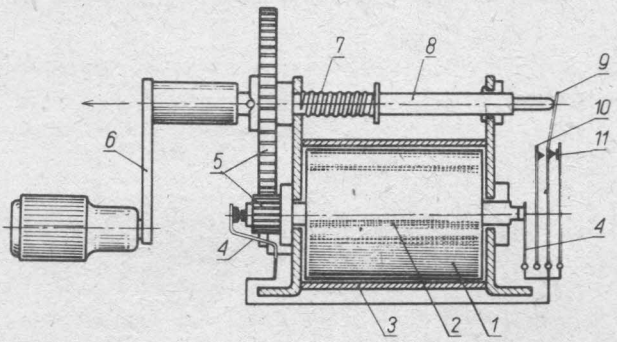
W stanie spoczynku kotwica pozostaje w jednym ze swoich skrajnych położeń, będąc przyciągana przez jeden z magnesów trwałych. W czasie przepływu prądu przemiennego przez uzwojenie cewki rdzeń magnesuje się na przemian. W zależności od aktualnej biegunowości rdzenia będzie na przemian wzmacniane i osłabiane oddziaływanie magnesów trwa-

łych na ramiona kotwicy. W rezultacie kotwica będzie obracać się na swojej osi, za każdą zmianą biegunowości, o niewielki kąt raz w jedną, raz w drugą stronę. Po zmianie położenia kotwicy umocowany do niej młoteczek uderza w jedną z czasz. Na jeden okres prądu przemiennego przypadają dwa uderzenia młoteczka.

Dzwonek polaryzowany odznacza się dużą czułością i niezawodnością.

3.3.2. Induktor

Induktor jest to niewielka prądnica magnetoelektryczna o małej mocy, napędzana ręcznie, stosowana w aparatach telefonicznych *MB* i w łącznicach telefonicznych ręcznych jako źródło prądu sygnałowego o częstotliwości około 25 Hz.



Rys. 3.16. Budowa induktora

1 — twornik, *2* — uzwojenie twornika, *3* — magnesy trwałe, *4* — styki ślizgowe, *5* — koła zębate, *6* — korbka, *7* — sprężyna spiralna, *8* — oś napędowa, *9, 10, 11* — sprężyny stykowe zestyku przełącznego induktora

W skład induktora (rys. 3.16) wchodzą magnesy trwałe o dużej koercji i twornik z uzwojeniem, obracający się w polu magnetycznym magnesów trwałych, wskutek ruchu obrotowego korbki. Wytwarzana w uzwojeniu wirnika siła elektromotoryczna jest wprost proporcjonalna do prędkości ruchu obrotowego wirnika oraz do indukcji magnetycznej magnesów trwałych. Częstotliwość siły elektromotorycznej jest wprost proporcjonalna do prędkości ruchu obrotowego.

Na zaciskach induktora uzyskuje się napięcie do 80 V. Częstotliwość prądu wynosi 10...30 Hz.

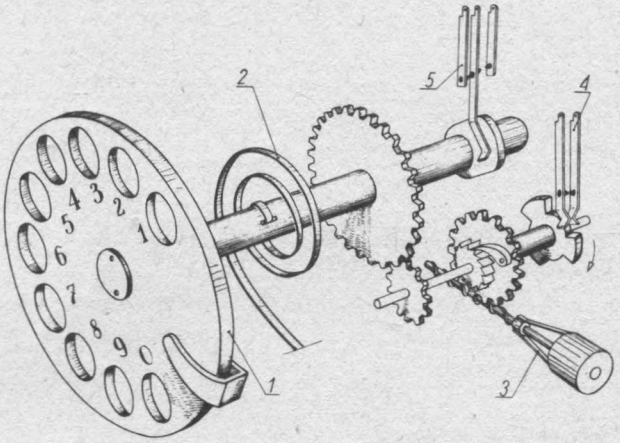
3.3.3. Tarcza numerowa

Tarcza numerowa jest to urządzenie mechaniczne wchodzące w skład aparatu telefonicznego *CB*, przeznaczone do wytwarzania **serii impulsów wybierczych.** Impulsy te są wytwarzane dzięki rytmicznemu przerywaniu i zamykaniu obwodu prądu stałego, płynącego z centralnej baterii przez łącze i aparat abonenta.

Numer abonenta żądanego jest nadawany do centrali telefonicznej za pomocą tylu serii impulsów wybierczych, z ilu cyfr ten numer się składa, zaś liczba impulsów w każdej serii odpowiada wartościom poszczególnych cyfr numeru, a więc cyfrze 1

odpowiada jeden impuls, cyfrze 2 — dwa impulsy itd. Cyfrze 0 odpowiada dziesięć impulsów. Impulsy tworzące jedną serię, są wysyłane w szybkim, regularnym rytmie, z częstotliwością nominalną 10 impulsów na sekundę — 10 Hz. Między seriami impulsów mają miejsca **przerwy międzyseryjne,** kilkakrotnie dłuższe od poszczególnych impulsów.

Z punktu widzenia użytkownika istotną częścią tarczy numerowej (rys. 3.17) jest krążek cyfrowy, wykonany z masy plastycznej i zaopatrzony w 10 otworów, oznaczonych cyframi 1, 2,..9, 0. Krążek ten jest osadzony, wraz z kołem zębatym, sztywno na osi tarczy. Służy on do ręcznego obracania osi o pewien kąt w kierunku zgodnym z kierunkiem ruchu wskazówek zegara. Nad krążkiem znajduje się ramię oporowe, które ogranicza jego ruch.



Rys. 3.17. Zasada budowy tarczy numerowej

1 — krążek cyfrowy, *2* — sprężyna naciągowa, *3* — regulator obrotowy, *4* — zestyk impulsujący, *5* — zestyk zwierający

Na osi umocowana jest sprężyna napędowa, której drugi koniec jest umocowany do obudowy. Po obróceniu krążka sprężyna ta zostaje naciągnięta, a po zwolnieniu — powoduje ruch powrotny osi.

Znajdujące się na osi koło zębate zazębia się z innym kołem zębatym, za pośrednictwem którego napędzane jest koło zębate osi mimośrodu impulsującego oraz koło zębate regulatora prędkości.

Koło zębate mimośrodu impulsującego, obracając się powoduje rytmiczne otwieranie i zamykanie zestyku impulsującego. Rozwiązanie mimośrodu jest pomyślane w taki sposób, że rozpoczęcie impulsowania jest opóźnione o okres czasu równy w przybliżeniu dwóm impulsom, w stosunku do momentu, w którym rozpoczyna się ruch powrotny krążka. Czas ten wydłuża przerwę międzyseryjną.

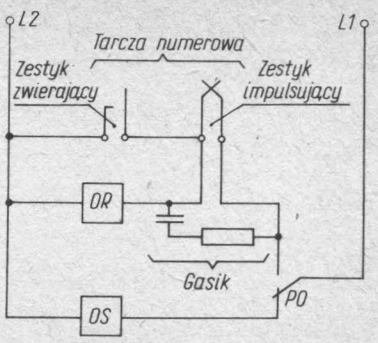
Mimośród impulsujący obraca się z taką prędkością, że wytwarzane przez zestyk impulsujący impulsy mają wymaganą częstotliwość 10 Hz. Ukształtowanie mimośrodu zapewnia odpowiedni stosunek części czynnej impulsu, czyli przerwy, do części biernej, czyli zwarcia. Utrzymanie właściwej częstotliwości impulsowania zapewnia regulator prędkości.

Dla wyeliminowania z obwodu impulsowania elementów obwodu rozmównego

aparatu służy zestyk zwierający, który zamyka się po wyprowadzeniu krążka cyfrowego ze stanu spoczynku, a otwiera — po powrocie krążka do tego stanu.

W stanie spoczynku aparatu (rys. 3.18) tarcza jest wyłączona, gdyż zestyk impulsujący jest włączony szeregowo do obwodu rozmównego, a zestyk zwierający — równolegle do tego obwodu.

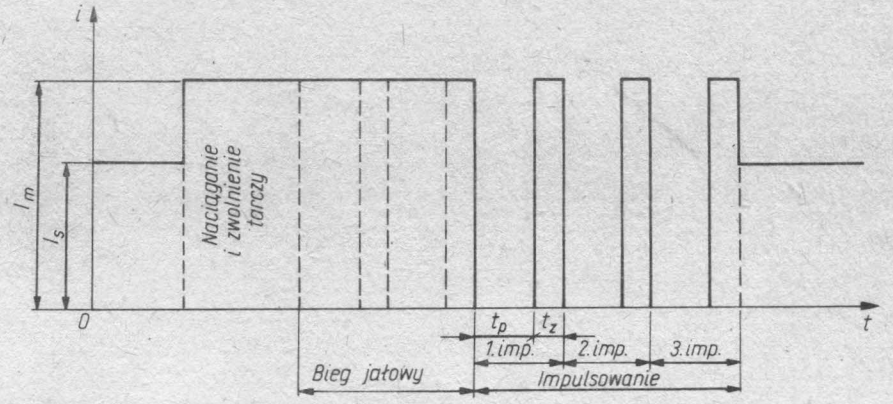
Zestyk zwierający poprawia warunki impulsowania: zwiększa się prąd płynący w obwodzie impulsowania i zostają usunięte z niego elementy obwodu rozmównego o charakterze indukcyjnym. Zapobiega to powstawaniu, w czasie impulsowania, trzasków w słuchawce.



Rys. 3.18. Sposób włączenia tarczy numerowej do aparatu telefonicznego

Uproszczony przebieg prądu w obwodzie impulsowania pokazano na wykresie (rys. 3.19).

Jak widać z wykresu prąd spoczynkowy I_s, płynący przez obwód rozmówny aparatu przed rozpoczęciem impulsowania, zwiększa się do wartości maksymalnej I_m po naciągnięciu krążka tarczy numerowej. Po wyjęciu palca z otworu krążka rozpoczyna się jego samoczynny powrót do pozycji spoczynkowej. Przez pewien czas zestyk impulsujący nie impulsuje; następuje to dopiero po czasie ok. 200 ms od chwili rozpoczęcia ruchu powrotnego.



Rys. 3.19. Przebieg prądu w obwodzie impulsowania

Zestyk impulsujący otwiera się i rozpoczyna się pierwsza przerwa. Trwa ona przez czas t_p, po czym zestyk impulsujący zamyka się i pozostaje w tym stanie przez czas zwarcia t_z, a następnie otwiera się ponownie, wskutek czego następuje druga przerwa. Opisane przebiegi powtarzają się tak długo, aż zostanie wywołana odpowiednia liczba przerw i zwarć, odpowiadająca nadawanej cyfrze. Ostatnie zamknięcie zestyku impulsującego pozostaje na stałe, po czym następuje otwarcie zestyku zwierającego i zmniejszenie prądu do wartości I_s. Seria impulsów wybierczych została nadana do centrali.

Przerwa t_p i zwarcie t_z tworzą jeden impuls

$$T = t_p + t_z \tag{3.11}$$

Wartości tych czasów są wielkościami charakteryzującymi tarczę numerową. W praktyce posługujemy się częściej **częstotliwością impulsowania**

$$f = \frac{1}{T} \tag{3.12}$$

oraz **współczynnikiem impulsowania**

$$k = \frac{t_p}{t_z} \tag{3.13}$$

W Polsce są obecnie stosowane trzy typy tarcz numerowych:

– typu A, pracująca w sieciach telefonicznych z centralami automatycznymi systemu Strowgera 32AA i 32AB, systemu MCA K-65 i 66 oraz systemu Pentaconta; współczynnik impulsowania

$$k = \frac{66\,2/3}{33\,1/3} = 2$$

– typu E, pracujące w sieciach z centralami telefonicznymi systemu Ericssona; współczynnik impulsowania

$$k = \frac{58}{42} = 1{,}4$$

– typu S, pracujące w sieciach telefonicznych z centralami telefonicznymi systemu Siemensa; współczynnik impulsowania

$$k = \frac{63}{37} = 1{,}7$$

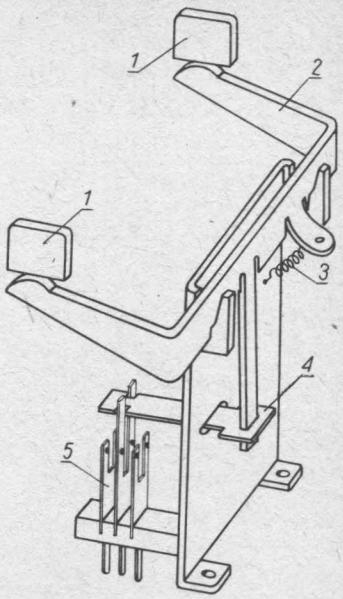
Tarcze numerowe po regulacji fabrycznej mają znamionową częstotliwość impulsowania równą 10 Hz. Po dłuższej eksploatacji częstotliwość ta może się zwiększyć lub zmniejszyć; dopuszczalna zmiana częstotliwości wynosi ± 1 Hz.

3.3.4. Przełącznik obwodów

Przełącznik obwodów jest to przełącznik w aparacie telefonicznym, działający pod wpływem ciężaru mikrotelefonu, dołączający do łącza abonenckiego obwód sygnalizacyjny lub obwód rozmówny, zależnie od stanu mikrotelefonu.

Przełącznik obwodów (rys. 3.20) ma zespół zestyków, zbudowany ze sprężyn stykowych. W stanie spoczynku mikrotelefon oddziałuje swoim ciężarem za pośrednictwem popychaczy, na dźwignię, która przełącza, za pośrednictwem drabinki, zespół zestyków. Podniesienie mikrotelefonu uwalnia dźwignię, która obraca się pod działaniem sprężyny zwrotnej i zmienia, za pomocą drabinki, stan sprężyn stykowych przełącznika.

Rys. 3.20. Przełącznik widełkowy
1 — popychacz, *2* — dźwignia, *3* — sprężyna zwrotna dźwigni, *4* — drabinka izolacyjna, *5* — sprężyna stykowa



Sprężyny stykowe wykonuje się z mosiądzu wysokoniklowego, dzięki czemu są one sprężyste i nie odkształcają się w sposób trwały. Na końcach sprężyn znajdują się styczki, wykonane ze srebra lub ze stopu metali szlachetnych.

W stanie spoczynku mikrotelefonu styczki sprężyny ruchomej stykają się ze styczkami sprężyny prawej, a po podniesieniu mikrotelefonu — ze styczkami sprężyny lewej. Dzięki zastosowaniu do wyrobu styczek metali szlachetnych oraz dzięki odpowiednim naciskom, które styczki na siebie wywierają, rezystancja przejścia zestyków jest niewielka (rzędu kilku dziesiątych części oma) i nie zmienia się w czasie pracy przełącznika.

3.4. Aparat telefoniczny MB

Aparat telefoniczny *MB* jest to aparat o mikrofonie zasilanym z indywidualnej miejscowej baterii o napięciu 3 V. Do nadawania sygnałów wywołania centrali i rozłączenia służy induktor.

Aparaty telefoniczne *MB* mogą współpracować z sobą bezpośrednio (rys. 3.3), a także mogą być przyłączane do ręcznych łącznic telefonicznych miejscowej baterii.

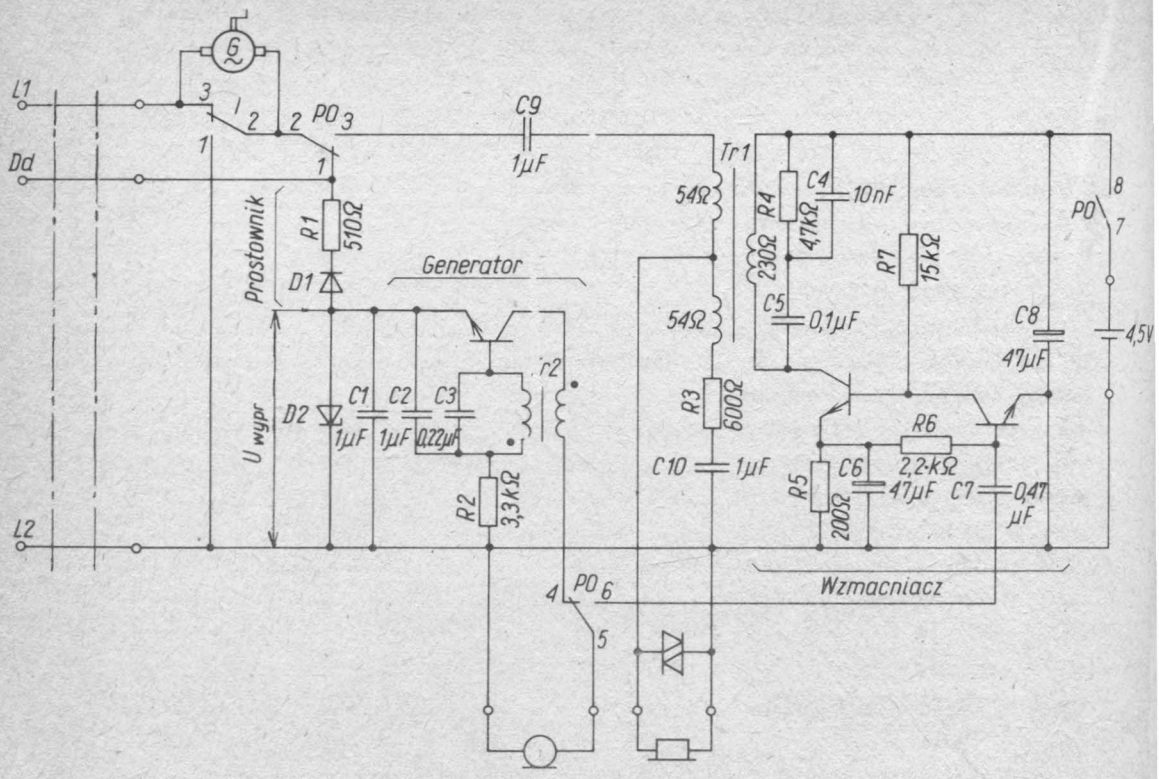
Dzięki miejscowemu zasilaniu oraz wykorzystaniu do sygnalizacji prądu przemiennego o małej częstotliwości działanie aparatów telefonicznych *MB* jest niezależne w znacznej mierze od stanu sieci telefonicznej, w której są stosowane. Z tego względu są chętnie stosowane do tworzenia połączeń prowizorycznych, w łączności polowej itp.

Schemat ideowy przykładowego aparatu telefonicznego *MB* przedstawiono na rys. 3.21.

Pokazany aparat telefoniczny *MB* różni się dwiema charakterystycznymi cechami od stosowanych dotychczas aparatów tego systemu:

a) zamiast dzwonka polaryzowanego odbiornikiem prądu wywoławczego jest układ prostowniczy, który prostuje przemienny prąd wywoławczy; uzyskane w ten sposób napięcie stałe służy do zasilania tranzystorowego generatora samodławnego, który generuje charakterystyczne przebiegi zmienne, wywołujące sygnał akustyczny za pośrednictwem wkładki dynamicznej, pełniącej poza tym rolę mikrofonu;

b) zamiast mikrofonu węglowego został zastosowany mikrofon dynamiczny, odznaczający się małymi zniekształceniami nielinearnymi; wymaganą skuteczność układu uzyskuje się dzięki zastosowaniu dwustopniowego wzmacniacza tranzystorowego ze sprzężeniem zwrotnym. Do zasilania wzmacniacza służy bateria o napięciu 4,5 V.



Rys. 3.21. Schemat ideowy aparatu telefonicznego *MB*

W stanie spoczynku aparatu telefonicznego, gdy mikrotelefon spoczywa na widełkach, do zacisków liniowych *L1* i *L2* jest dołączony układ złożony z rezystora *R1*, diody prostowniczej *D1*, kondensatora *C1* i diody Zenera D2; obwód prądu wywoławczego przebiega przez zestyk rozwierny induktora i przez zestyk rozwierny przełącznika obwodów. Dzięki temu aparat jest przygotowany do odebrania sygnału wywoławczego.

Sygnał wywoławczy, w postaci impulsu prądu przemiennego o małej częstotliwości, wysłanego z induktora współpracującego aparatu lub łącznicy telefonicznej, płynie w następującym obwodzie:

zacisk liniowy *L1*, zestyk zwierny induktora, zestyk zwierny przełącznika obwodów, rezystor *R1*, dioda prostownicza *D1*, kondensator *C1*, zacisk liniowy *L2*, skąd, drugim przewodem łącza powraca do źródła.

Prąd płynący w opisanym obwodzie jest prostowany przez diodę *D1* (prostownik jednopołówkowy), wskutek czego na okładzinach kondensatora *C1* pojawia się napięcie wyprostowane, stabilizowane za pomocą diody *D2*.

Pojawienie się napięcia stałego na okładzinach kondensatora *C1* powoduje wzbudzenie się generatora samodławnego. W obwodzie kolektorowym generatora znajduje się wkładka dynamiczna, która pod wpływem przebiegów zmiennych, generowanych

przez generator, wydaje charakterystyczne przerywane dźwięki o częstotliwości akustycznej. Dźwięki te przywołują abonenta do aparatu.

Wywołanie współpracującego aparatu lub łącznicy telefonicznej odbywa się przez pokręcenie korbką induktora. Wówczas sprężyna stykowa *2* induktora odsuwa się od sprężyny stykowej *3*, a styka się ze sprężyną *1*. Na zaciskach uzwojenia induktora pojawia się siła elektromotoryczna i w podanym niżej obwodzie płynie prąd wywoławczy:

uzwojenie I, L1, łącze, dzwonek współpracującego aparatu telefonicznego lub układ sygnalizacyjny współpracującej łącznicy, łącze, zestyk *I 1—2*, uzwojenie *I*.

Dzięki przełączeniu się przełącznika induktora prąd wywoławczy płynie z pominięciem elementów własnego aparatu.

Po podniesieniu mikrotelefonu przełączają się zestyki przełącznika obwodów. Zestyk *P 7—8* dołącza +4,5 V do wzmacniacza obwodu mikrofonowego, a zestyk *P 1—2—3* odłącza od zacisków liniowych aparatu układ odbiorczy sygnałów wywoławczych, a przyłącza do nich obwód rozmówny. Jednocześnie zestyk *P 4—5—6* odłącza mikrofon od wyjścia generatora samodławnego i przyłącza do wzmacniacza obwodu mikrofonowego.

Gdy abonent zacznie mówić do mikrofonu na wejściu wzmacniacza pojawią się przebiegi zmienne, które po wzmocnieniu przez wzmacniacz pojawią się na końcówkach uzwojenia wtórnego transformatora pod postacią zmiennej siły elektromotorycznej, pod wpływem której popłynie prąd rozmówny w obwodzie rozmównym:

uzwojenie *Tr*, zestyk *P 3—2*, zestyk *I 2—3*, *L1*, przewód łącza, aparat współrozmówcy, przewód łącza, *L2*, równoważnik, uzwojenie *Tr*.

Niewielka, zależna od stopnia zrównoważenia, część prądu rozmównego odgałęzia się przez słuchawkę.

Prąd rozmówny, płynący od aparatu współrozmówcy, zamyka się również w analogicznym obwodzie, przepływając w zasadzie w całości przez słuchawkę, gdyż tylko niewielka część tego prądu odgałęzia się przez równoważnik i połączoną z nim szeregowo część uzwojenia wtórnego transformatora.

Po skończonej rozmowie abonent kładzie mikrotelefon na widełki, dzięki czemu od zacisków liniowych aparatu zostaje odłączony obwód rozmówny, a zostanie przyłączony układ odbiorczy sygnałów wywoławczych.

Po zakończeniu rozmowy nadaje, za pomocą induktora, sygnał końca rozmowy. Może to nastąpić zarówno przed, jak i po położeniu mikrotelefonu na widełki.

Równolegle do słuchawki jest dołączony układ przeciwtrzaskowy, złożony z dwóch przeciwsobnie połączonych prostowników. Przedstawia on sobą nielinearną rezystancję, dużą przy małych, a małą przy dużych wartościach napięcia. Podczas rozmowy napięcie prądów rozmównych na słuchawce jest rzędu ułamka wolta i bocznikujący wpływ układu przeciwtrzaskowego na słuchawkę jest do pominięcia. Natomiast w przypadku wystąpienia napięć wyższych od 1 V, rezystancja tego układu gwałtownie maleje tak, że praktycznie zwiera on słuchawkę.

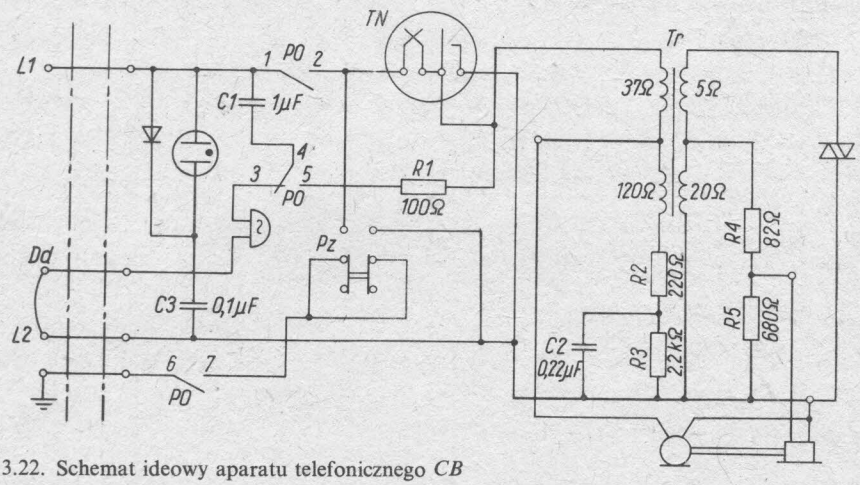
3.5. Aparat telefoniczny CB

Aparat telefoniczny *CB* jest to aparat telefoniczny o mikrofonie zasilanym z centralnej baterii, znajdującej się w centrali telefonicznej.

Aparaty telefoniczne *CB* są przyłączane do ręcznych i automatycznych łącznic telefonicznych centralnej baterii. Aparaty współpracujące z łącznicami automatycznymi są wyposażone w tarcze numerowe.

Zasilanie centralne jest bardziej ekonomiczne niż zasilanie miejscowe; upraszcza ono ponadto problemy sygnalizacji. Z tych względów aparaty telefoniczne *CB* są obecnie powszechnie stosowane.

Schemat nowoczesnego aparatu telefonicznego *CB* pokazano na rys. 3.22.



Rys. 3.22. Schemat ideowy aparatu telefonicznego *CB*

W stanie spoczynku aparat telefoniczny jest przygotowany do odebrania sygnału wywoławczego. Z chwilą nadejścia tego sygnału w aparacie zostanie uruchomiony dzwonek:

~, przewód łącza, *L1*, kondensator *C1*, zestyk *P 4—3*, dzwonek, zaciski dzwonka dodatkowego, *L2*, przewód łącza, ~

Po podniesieniu mikrotelefonu przełączają się zestyki przełącznika obwodów *PO*, dzięki czemu tworzy się obwód zasilania mikrofonu:

+ baterii centralnej, ..., przewód łącza, *L1*, zestyk *PO 1—2*, zestyk impulsujący *TN*, uzwojenie pierwotne transformatora *Tr*, mikrofon, *L2*, przewód łącza, ..., — baterii centralnej

W obwodzie zasilania mikrofonu podczas rozmowy płynie również prąd rozmówny, który odgałęzia się częściowo przez drugą połówkę uzwojenia wtórnego transformatora *Tr* i równoważnik. Prąd rozmówny indukuje w obu połówkach uzwojenia wtórnego napięcie zmienne, wskutek czego przez słuchawkę płynie również prąd rozmówny. Należy zwrócić uwagę, że słuchawka, która odznacza się dużą czułością,

znajduje się pod działaniem części napięcia, pobieranego z dzielnika napięcia, natomiast tłumik trzasków — pod działaniem pełnego napięcia, dzięki czemu reaguje on już na stosunkowo niewielkie przepięcia.

Dla zwiększenia wierności odtwarzania impedancji toru telefonicznego zastosowano bardziej rozbudowany równoważnik złożony z rezystorów i kondensatora.

Położenie mikrotelefonu na widełki przerywa obwód prądu stałego, zasilającego mikrofon aparatu, co dla łącznicy jest sygnałem końca rozmowy.

W celu wywołania centrali abonent podnosi mikrotelefon, powodując tym zamknięcie obwodu zasilania mikrofonu.

W przypadku łącznicy automatycznej wysyła ona do abonenta sygnał zgłoszenia w postaci prądu przemiennego o częstotliwości akustycznej. Po odebraniu tego sygnału abonent nadaje tarczą numerową numer abonenta żądanego. Obwód impulsowania przebiega następująco:

+, ... przewód łącza, *L1*, zestyk *PO 1—2*, zestyk impulsujący *TN*, zestyk zwierający *TN*, *L2*, przewód łącza, ... —

Włączony równolegle do zestyku impulsującego gasik, złożony z kondensatora i rezystora, służy do gaszenia iskier, pojawiających się na zestyku impulsującym.

Rozmowa i rozłączenie przebiegają analogicznie, jak podczas rozmowy przychodzącej.

Aparat telefoniczny *CB* może współpracować z łącznicami automatycznymi i ręcznymi *CB* o napięciu zasilania 24, 48, 50 i 60 V. W zależności od napięcia zasilającego (24 V lub wyższe) stosuje się wkładkę mikrofonową o odpowiedniej rezystancji. Zależnie od wymagań łącznicy aparaty wyposaża się w tarcze numerowe typu A, E lub S.

Aparat ma szereg udogodnień, jak regulacja głośności dzwonka za pomocą pokrętła, możliwość dołączenia dodatkowego dzwonka, dodatkowy zestyk przełącznika obwodów (*PO 6—7*) i przycisk (*Pz*) umożliwiające uziemienie przewodów łącza oraz optyczny wskaźnik wywołania w postaci neonówki. Neonówka jest zbocznikowana prostownikiem, przez który, w czasie dodatniego półokresu ładuje się kondensator o pojemności 0,1 μF do wartości amplitudy napięcia prądu dzwonienia, a podczas ujemnego półokresu dodaje się do napięcia na kondensatorze. To „podwojone" napięcie występuje wówczas na neonówce.

4. Aparaty telefoniczne specjalne

4.1. Podział aparatów telefonicznych specjalnych

Aparaty telefoniczne specjalne są to aparaty, które poza wymaganiami stawianymi zwykłym, czyli końcowym aparatom telefonicznym, spełniają dodatkowe wymagania.

Do pierwszej grupy aparatów specjalnych zaliczamy przede wszystkim:

— aparaty telefoniczne **MB przenośne,** przeznaczone dla personelu technicznego
— aparaty telefoniczne CB, wyposażone w przycisk, za pomocą którego można uziemiać chwilowo przewody toru abonenckiego
— aparaty **sekretarsko-dyrektorskie,** stanowiące zespół dwóch aparatów, dołączonych do łącznicy za pomocą jednego łącza abonenckiego
— aparaty **szeregowe,** stanowiące zespół kilku aparatów telefonicznych, dołączonych do łącznicy za pomocą jednego lub większej liczby łączy
— aparaty **wrzutowe,** umożliwiające przeprowadzenie rozmowy po uiszczeniu odpowiedniej opłaty
— aparaty **głośnomówiące,** wyposażone we wzmacniacze i głośniki
— domofony, przeznaczone wyłącznie do komunikacji wewnętrznej na krótkie odległości.

Do drugiej grupy aparatów zalicza się:

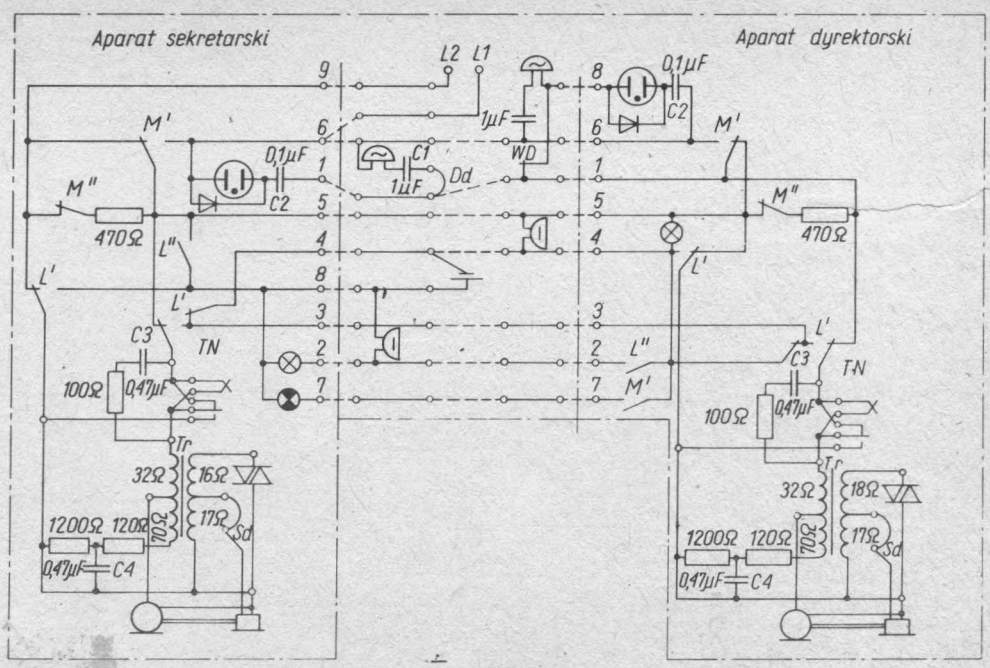
— aparaty **okrętowe,** odporne na wilgoć, wstrząsy i silne wahania temperatury
— aparaty **kopalniane,** odporne na wilgoć, wstrząsy i wahania temperatury, nie wymagające zasilania i nie wywołujące iskrzenia.

Z wymienionych wyżej typów aparatów zostaną omówione aparaty sekretarsko-dyrektorskie, aparaty wrzutowe i aparaty szeregowe ze względu na ich rozpowszechnienie i oryginalność rozwiązań technicznych*)

4.2. Aparaty telefoniczne sekretarsko-dyrektorskie

Aparaty telefoniczne sekretarsko-dyrektorskie instaluje się w zakładach pracy, głównie dla personelu kierowniczego. Jeden z aparatów, sekretarski, instaluje się u osoby, która przyjmuje wywołania; drugi, dyrektorski — u przełożonego tej osoby.

*) Ze względu na sposób współpracy tych aparatów z centralami telefonicznymi wskazane jest omawianie ich po uprzednim zapoznaniu się z działaniem automatycznych łącznic telefonicznych.



Rys. 4.1. Schemat ideowy zespołu aparatów sekretarskiego i dyrektorskiego

Na rys. 4.1 przedstawiono zasadniczy układ połączeń aparatów telefonicznych sekretarsko-dyrektorskich systemu *CB*.

Opisywany zespół składa się z dwóch aparatów telefonicznych *CB*, z których każdy ma dwa przełączniki wciskowe. Jeden z nich, *M*, służy do połączeń z centralą miejską, a drugi, *L* — do połączeń wewnętrznych.

Aparat nie ma przełącznika obwodów, a jego widełki współpracują z przełącznikami wciskowymi. Położenie mikrotelefonu na widełki powoduje zwolnienie przełączników.

W stanie spoczynku mikrotelefonu przełączniki są zablokowane. Przełącznik *L* jest dwustopniowy, tzn. naciskany przełącza wszystkie zestyki, a po zwolnieniu nacisku cofa się nieco do góry, powodując powrót zestyków przełączanych w drugim stopniu do położenia spoczynku.

Wciśnięcie przełącznika *M* powoduje zwolnienie przełącznika *L*, natomiast wciśnięcie przełącznika *L*, przy wciśniętym przełączniku *M*, powoduje częściowe zwolnienie tego ostatniego, przy czym powracają do stanu spoczynku jego zestyki przełączane w drugim stopniu.

Aparat sekretarski jest wyposażony we wskaźnik, sygnalizujący zajęcie łącza miejskiego przez aparat dyrektorski. Dzwonek aparatu dyrektorskiego może być wyłączany za pomocą wyłącznika. Do sygnalizacji wewnętrznej służą brzęczyki i żarówki.

Aparaty są połączone z sobą za pomocą siedmiu przewodów. Do zasilania obwodów sygnalizacji wewnętrznej i obwodu rozmównego wewnętrznego służy bateria o napięciu 4,5 V.

W celu uzyskania połączenia wewnętrznego należy zdjąć mikrotelefon z widełek i wcisnąć przełącznik *L* do oporu, co spowoduje uruchomienie brzęczyka w drugim aparacie.

Wywoływany abonent zdejmuje mikrotelefon z widełek i wciska przełącznik *L*. Zamyka się wówczas obwód rozmówny.

Rozmowa odbywa się przy przełączonych w pierwszym stopniu przełącznikach *L*; zasilanie mikrofonów odbywa się z baterii *B*. Rozłączenie następuje po odłożeniu mikrotelefonów na widełki.

W celu uzyskania połączenia miejskiego, należy, po zdjęciu mikrotelefonu, wcisnąć przełącznik *M* i po usłyszeniu sygnału zgłoszenia centrali wybrać numer abonenta żądanego. Po wciśnięciu przełącznika *M* aparatu sekretarskiego aparat dyrektorski zostaje odłączony od łącza, a po wciśnięciu przełącznika *M* aparatu dyrektorskiego w aparacie sekretarskim działa wskaźnik zajętości łącza.

Podczas wybierania numeru abonenta żądanego zestyk zwierający tarczy numerowej zwiera obwód rozmówny aparatu. Rozłączenie następuje po odłożeniu mikrotelefonu na widełki.

Po nadejściu wywołania z centrali, prąd dzwonienia zamyka się przez dzwonek *D*.

Przyjęcie wywołania następuje przez podniesienie mikrotelefonu i wciśnięcie przełącznika *M* w aparacie sekretarskim lub dyrektorskim. Tworzy się wówczas obwód rozmówny.

Jeżeli wywołanie dotyczy abonenta drugiego aparatu, abonent, który wywołanie przyjął, może połączyć się z tym abonentem i przekazać mu połączenie miejskie. W tym celu należy wcisnąć przełącznik *L* do oporu, co spowoduje uruchomienie brzęczyka i zapalenie lampki w wywoływanym aparacie oraz powoduje częściowe zwolnienie przełącznika *M*. Zostają wówczas zwolnione zestyki drugiego stopnia, wskutek czego do łącza miejskiego zostaje dołączony rezystor, zapobiegający przerwaniu pętli łącza.

Jeżeli wywołany abonent zgodzi się przyjąć połączenie miejskie, wciska przełącznik *M*, wskutek czego obwód rozmówny jego aparatu zostaje przyłączony do łącza miejskiego. Jeżeli stroną przejmującą jest aparat dyrektorski, to przekazanie połączenia następuje po odłożeniu na widełki mikrotelefonu aparatu sekretarskiego, co powinno nastąpić po wciśnięciu przełącznika *M* aparatu dyrektorskiego, o czym informuje działający wskaźnik aparatu sekretarskiego.

4.3. Aparaty telefoniczne wrzutowe

Aparat telefoniczny wrzutowy jest to aparat telefoniczny umożliwiający inkasowanie opłaty za rozmowę. Przy połączeniach miejscowych opłata jest jednorazowa, a przy połączeniach międzymiastowych — uzależniona od zasięgu połączenia (strefy) i czasu trwania rozmowy. Aparaty do rozmów międzymiastowych są zwykle przystosowane do 2 lub 3 rodzajów monet.

W skład aparatu wrzutowego do połączeń miejscowych, oprócz znanych już elementów aparatu telefonicznego końcowego wchodzi urządzenie elektromechani-

czne, umożliwiające sprawdzanie i zainkasowanie lub zwrot monety, w zależności od tego, czy połączenie zostało dokonane, czy nie. Ponadto uniemożliwia ono uzyskanie połączenia bez uiszczenia opłaty, jak również uniemożliwia połączenie, gdy do aparatu włożono monetę fałszywą lub o niewłaściwej wartości. Głównymi częściami tego urządzenia jest segregator monet, kaseta monetowa i elektromagnes inkasujący.

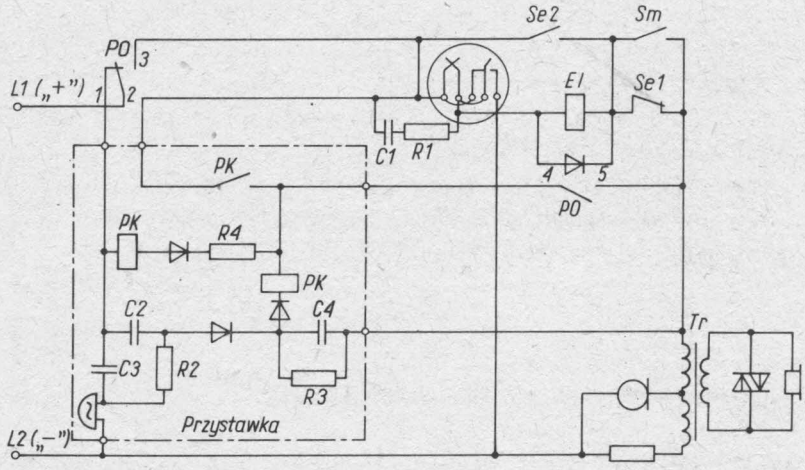
Segregator sprawdza wymiary, masę i właściwości magnetyczne monety. Wymiary monety sprawdza się za pomocą otworu, do którego nie można włożyć monet o większych wymiarach. Monety o zbyt małej średnicy lub grubości wypadają do otworu zwrotu przez odpowiednie wycięcie w kanale monetowym. Masa monety jest badana za pomocą odpowiedniej wagi, a właściwości magnetyczne — za pomocą odpowiednio umieszczonego magnesu trwałego.

Aparaty wrzutowe są produkowane najczęściej w formie opancerzonych szafek, przystosowanych do zawieszania na ścianie.

Rozróżnia się dwa podstawowe rodzaje aparatów wrzutowych: z przyciskiem inkasującym i inkasujące samoczynnie.

Wciśnięcie przycisku powoduje odblokowanie mikrofonu i zainkasowanie opłaty. Aparaty tego typu mogą współpracować z automatycznymi łącznicami telefonicznymi dowolnego systemu.

W przypadku aparatów samoinkasujących zainkasowanie opłaty dokonuje się samoczynnie w momencie podniesienia mikrotelefonu przez abonenta żądanego. Wykorzystuje się do tego celu zazwyczaj odwrócenie biegunowości zasilania aparatu abonenta wywołującego, dokonywane przez większość automatycznych łącznic telefonicznych miejskich, co powoduje uruchomienie elektromagnesu inkasującego.



Rys. 4.2. Schemat ideowy aparatu wrzutowego samoinkasującego do połączeń miejscowych

Na rys. 4.2 pokazano przykładowy aparat wrzutowy do połączeń miejscowych. Jest to aparat samoinkasujący, przystosowany do współpracy z łącznicami dokonującymi zmiany biegunowości zasilania, zasilanymi ze źródła o napięciu 24 lub 50 V. Aparat jest przystosowany do pobierania opłaty w postaci jednej monety.

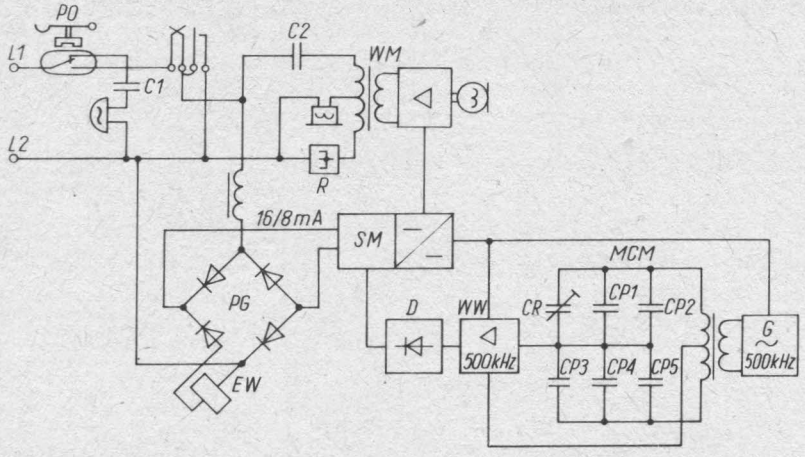
Moneta musi być włożona do otworu wrzutowego przed zdjęciem mikrotelefonu z haczyka. Włożona moneta, po sprawdzeniu jej właściwości w segregatorze, spada na dno kanału monetowego i działa na dźwignię, powodując zamknięcie zestyku monetowego *Sm*. Jednocześnie zostaje zamknięty obwód zasilania mikrofonu, będący jednocześnie obwodem wywołania centrali.

Abonent wywołujący otrzymuje sygnał zgłoszenia centrali i wybiera numer abonenta żądanego. Z chwilą podniesienia mikrotelefonu przez abonenta żądanego następuje zmiana kierunku przepływu prądu w obwodzie mikrofonowym, wskutek czego elektromagnes inkasujący *EI*, nie będąc zwierany prostownikiem, magnesuje się i powoduje zainkasowanie monety oraz otwiera zestyk *Se1* i zamyka zestyk *Se2*. Zestyki te pozostają w tym stanie do momentu odwieszenia mikrotelefonu. Zestyk *Se2* zawiera zwojnicę elektromagnesu *EI*, a zestyk *Se1* nie powoduje żadnych skutków wobec wcześniejszego zamknięcia zestyku *Sm*. Gdyby jednakże połączenie zostało dokonane bez włożenia monety, zestyki *Se1* przerwałyby obwód rozmówny.

Odwieszenie mikrotelefonu powoduje powrót zestyków do stanu spoczynku.

Aparat wrzutowy umożliwia dokonywanie połączeń bezpłatnych do określonych abonentów, których zgłoszenie się nie powoduje zmiany kierunku prądu zasilającego aparat.

Opisany aparat może być wyposażony w przystawkę sygnalizacyjną, która umożliwia odbieranie wywołań przychodzących, składającą się z dzwonka polaryzowanego i przekaźnika, który działając w czasie trwania połączenia od prądu stałego, pobieranego z centrali, uniezależnia obwód rozmówny od elektromagnesu inkasującego.



Rys. 4.3. Uproszczony schemat ideowy aparatu wrzutowego samoinkasującego do połączeń okręgowych i międzymiastowych

Na rys. 4.3 pokazano uproszczony schemat przykładowego aparatu wrzutowego do połączeń międzymiastowych, umożliwiającego również dokonywanie połączeń miejscowych. Jest to również aparat samoinkasujący przystosowany do współpracy z automatycznymi łącznicami telefonicznymi dokonującymi zmiany biegunowości łącza abonenckiego. Aparat jest przystosowany do pobierania opłaty w postaci monet o trzech wartościach.

Aparat jest dołączony do łącznicy telefonicznej za pomocą łącza dwuprzewodowego poprzez przystawkę, znajdującą się w centrali telefonicznej.

W wyposażeniu aparatu można wyróżnić następujące układy funkcjonalne:

a) wyposażenie aparatu telefonicznego końcowego, umożliwiające dokonywanie połączeń zarówno wychodzących jak i przychodzących; rolę przełącznika obwodów pełni przekaźnik kontaktronowy sterowany za pomocą mikrotelefonu;

b) układ służący do identyfikacji monet, zasilany ze stabilizatora prądu *SM*, który pobiera prąd stały z łącza abonenckiego poprzez mostek prostowniczy, dla uniezależnienia się od kierunku przepływu prądu w łączu. Stabilizator zasila wzmacniacz mikrofonowy *WM*, generator *G* zasilający prądem przemiennym o częstotliwości 500 kHz mostek czujników monetowych *MCM*, w ramionach którego znajdują się czujniki monetowe *CP1...CP5*, wzmacniacz *WW* oraz detektor napięcia nierównowagi mostka *D*;

c) układ sterowania wlotu monet, wyposażony w elektromagnes *EW*, włączony do jednego z ramion mostka *PG*.

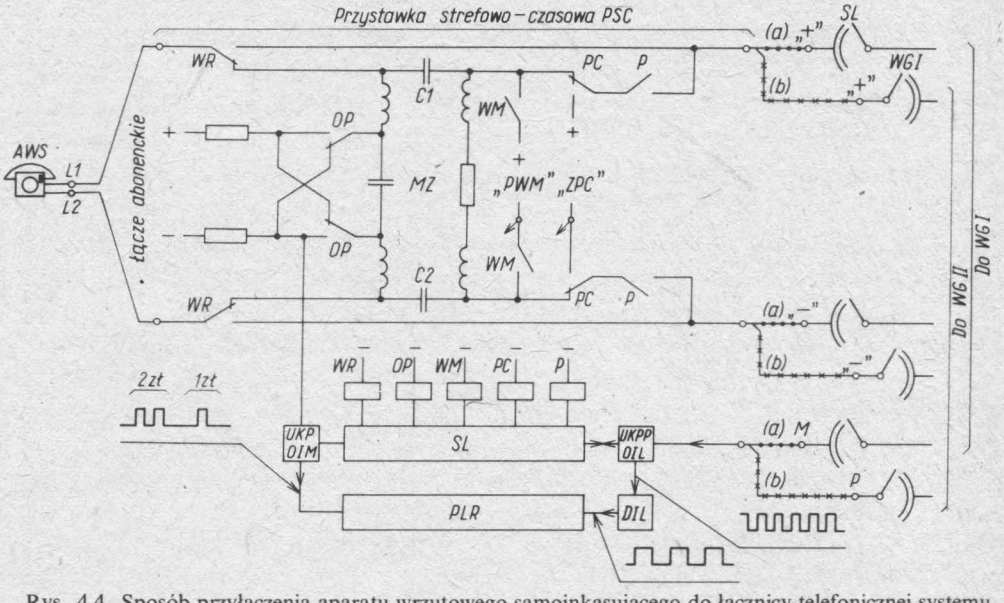
Opisywany aparat wrzutowy może być dołączony do łącznicy telefonicznej w dwojaki sposób (rys. 4.4):

a) do pola grupy szukaczy liniowych w wypadku generowania małego ruchu,

b) do wejścia wybieraka grupowego *WGI* — w przypadku generowania dużego ruchu.

Działanie aparatu przebiega w następujący sposób.

Podniesienie mikrotelefonu powoduje zamknięcie pętli łącza abonenckiego,

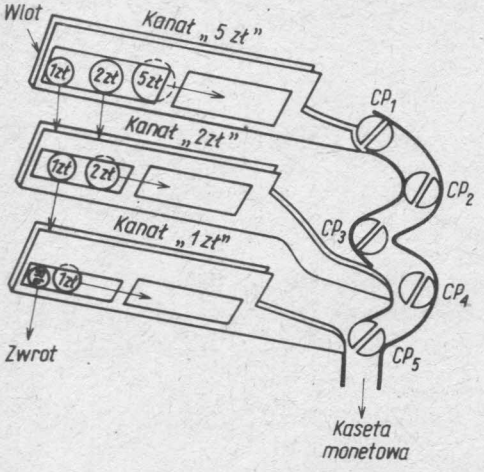


Rys. 4.4. Sposób przyłączenia aparatu wrzutowego samoinkasującego do łącznicy telefonicznej systemu 32 AB

AWS — aparat wrzutowy samoinkasujący, *DIL* — dzielnik impulsów licznikowych, *MZ* — mostek zasilający, *OIL* — odbiornik impulsów licznikowych, *OIM* — odbiornik impulsów monetowych, *PLR* — pięciobitowy licznik rewersyjny, *„PWM"* — sygnał słowny „Proszę wrzucić monetę", *SL* — sieć logiczna sterująca procesami komutacyjnymi, *UKP* — układ kontroli pętli łącza abonenckiego, *UKPP* — układ kontroli przewodu próbnego *P*, *„ZPC"* — sygnał słowny „Zamiejscowa, proszę czekać"

w której pojawia się prąd stały o wartości 16 mA niezależnej, dzięki stabilizatorowi *SM*, od rezystancji pętli. Od napięcia, które odkłada się na rezystorze działa układ kontroli pętli *UKP* w przystawce strefowo-czasowej *PSC*, wskutek czego działa przekaźnik obwodu impulsowania *WR* i przedłuża łącze abonenckie do wyposażenia liniowego łącza (przekaźnik liniowy *L*) lub do wybieraka grupowego *WGI* (przekaźnik *A*).

W pierwszym przypadku zostaje wyznaczony do pracy szukacz liniowy *SL*, który odszukuje wywołujące łącze i przedłuża je do wybieraka grupowego *WGI*, w drugim następuje to po zadziałaniu przekaźnika *WR* przystawki *PSC*.



Rys. 4.5. Kontrola monet oraz określenie ich wartości w aparacie samoinkasującym *AWS*

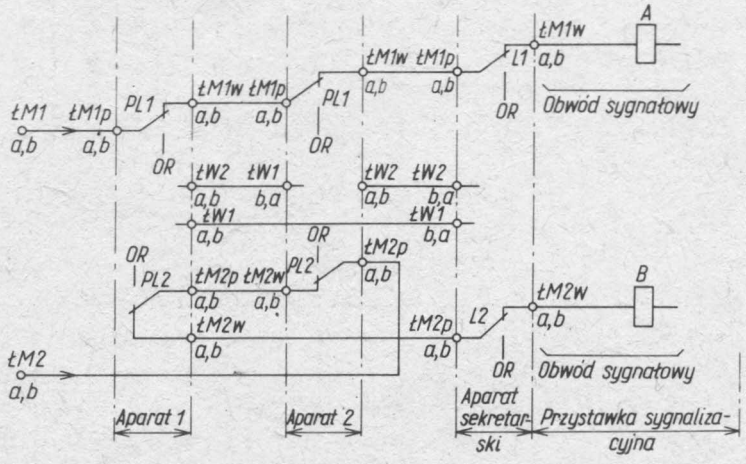
Po odebraniu sygnału zgłoszenia centrali *AbA* wybiera numer *AbB*. Impulsowanie odbywa się w „czystej" pętli.

Po odebraniu przez odbiornik impulsów licznikowych *OIL* impulsu zaliczającego, wysłanego przez wybierak liniowy albo translację wyjściową w momencie zgłoszenia się abonenta żądanego, następuje krótki, 3-sekundowy okres czasu, w ciągu którego *AbA* może przekonać się, czy zgłosił się właściwy *AbB*. Po tym czasie dokonuje się w przystawce *PSC* przerwanie obwodu rozmównego: przyciągają przekaźniki *P*, *PC* i *WM*, a zwalnia *WR*. Do *AbB* zostaje nadany informacyjny sygnał słowny „Zamiejscowa, proszę czekać!", a do *AbA* — „Wrzuć monetę". Po wrzuceniu przez *AbA* monety zostaje ona skierowana, dzięki zadziałaniu elektromagnesu *EW* do kanału monet „5 zł", z którego monety 2 zł i 1 zł wpadają do kanałów „2 zł" albo „1 zł" (rys. 4.5). Moneta przebiega kolejno przez czujniki, zwiększając pojemność każdego z nich na przeciąg ok. 50 ms. Następnie moneta wpada do kasety. Zwiększenie pojemności czujnika powoduje rozstrojenie mostka *MCM* i zwiększenie napięcia przemiennego na wejściu wzmacniacza *WW*, które po wzmocnieniu zostaje doprowadzone do detektora *D*. Detektor obniża wartość prądu płynącego w pętli łącza z 16 mA do 8 mA tyle razy, ile odebrał impulsów od wzmacniacza: 5 — w przypadku monety 5 zł, 2 — w przypadku monety 2 zł i 1 — w przypadku monety 1 zł.

Odbiornik impulsów monetowych *OIM* przystawki *PSC* odbiera te impulsy i przekazuje je do licznika, który z drugiej strony odbiera, za pośrednictwem dzielnika impulsów licznikowych, impulsy zaliczania przychodzące do odbiornika impulsów licznikowych *OIL* po przewodzie licznikowym łącznicy. Licznik porównuje na bieżąco liczbę odebranych impulsów zaliczających z wysokością wniesionej przez abonenta opłaty i po jej wyczerpaniu powoduje wysłanie do abonenta sygnału „Wrzuć monetę". W razie nieopłacenia przez abonenta dalszego ciągu połączenia przystawka *PSC* rozłącza drogę połączeniową.

4.4. Aparaty telefoniczne szeregowe

Aparaty telefoniczne szeregowe jest to zespół kilku (3, 5 lub więcej) aparatów telefonicznych, zapewniający użytkownikom, oprócz łączności zewnętrznej, za pośrednictwem centrali miejskiej lub abonenckiej, również łączność wewnętrzną oraz połączenia konferencyjne (rys. 4.6).



Rys. 4.6. Układ połączeń zespołu aparatów szeregowych typu 2/3

ŁM — łącze miejskie, *ŁW* — łącze wewnętrzne, *OR* — obwód rozmówny aparatu, *PL1*, *PL2* — przełączniki łączy miejskich

Zespół aparatów szeregowych typu 2/3 składa się z 3 aparatów (rys. 4.7) połączonych między sobą za pomocą łączy dwuprzewodowych (rys. 4.6).

Łącza miejskie przebiegają kolejno (szeregowo) przez wszystkie aparaty i są zakończone układem wywoławczym (rys. 4.6 i 4.8).

Układy komutacyjne aparatów są wykonane z przełączników podświetlanych. Ponadto zastosowano przekaźniki elektromagnetyczne neutralne i inne elementy typowe dla aparatów telefonicznych.

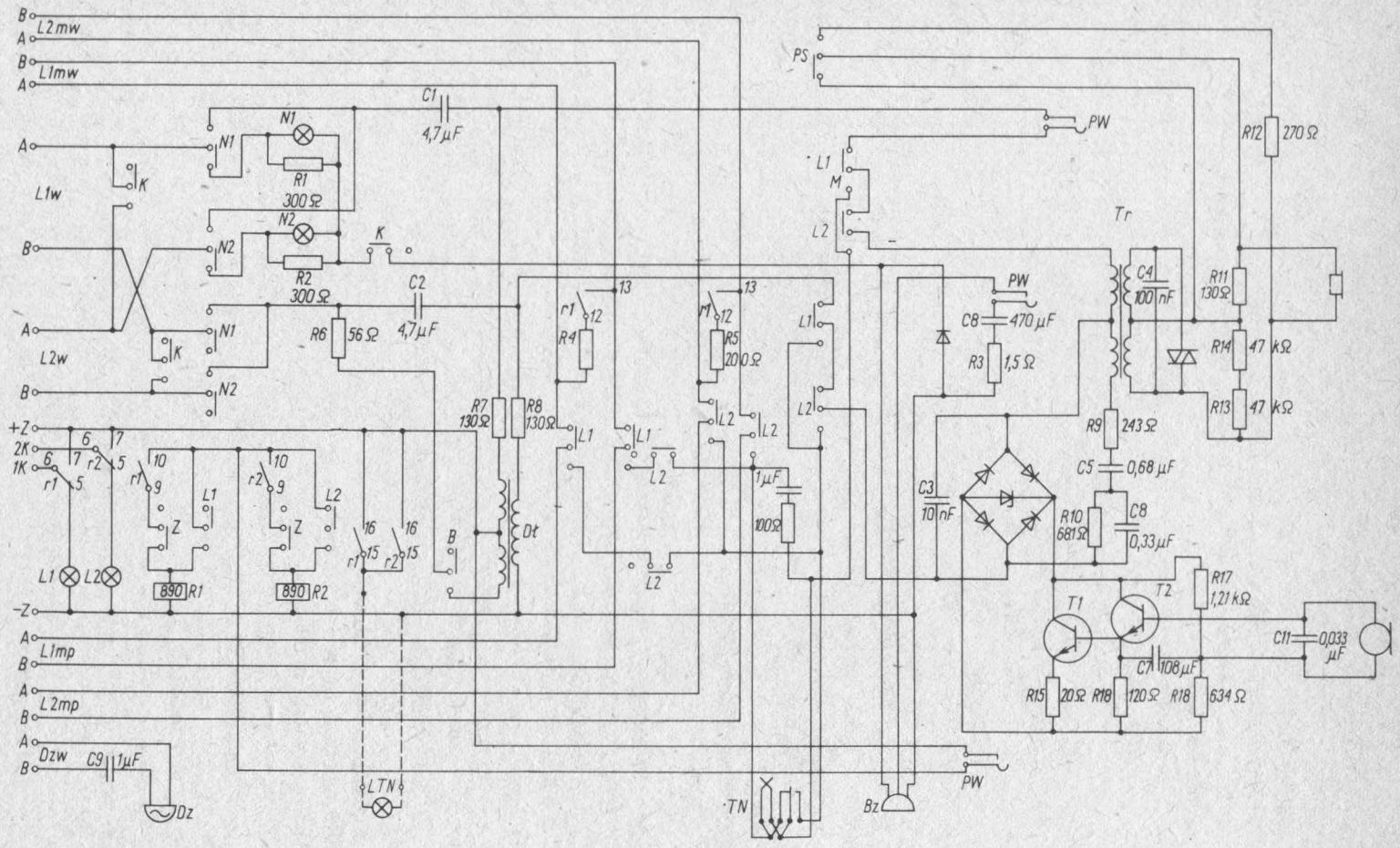
Zasilanie aparatów odbywa się z zasilacza sieciowego doprowadzającego napięcie stałe 24 V.

Poniżej podany jest krótki opis przebiegu podstawowych połączeń.

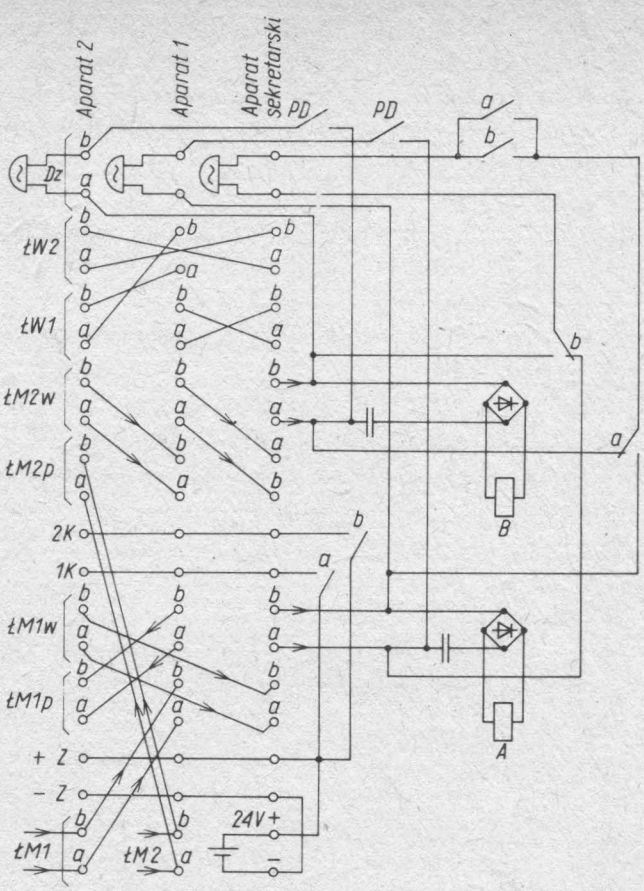
Po nadejściu wywołania z centrali miejskiej prąd dzwonienia zamyka się przez układ wywołania: przekaźnik *A* (pierwsze łącze miejskie) lub przekaźnik *B* (drugie łącze miejskie), włączony w układzie prostownikowym.

Działający przekaźnik przyłącza dzwonek *Dz* aparatu sekretarskiego do przewodów wywołującego łącza miejskiego oraz zamyka obwód lampki sygnalizacyjnej (*L1* albo *L2*) tego łącza. Wciśnięcie przełącznika *PD* powoduje dołączenie do wywołującego pierwszego łącza miejskiego dzwonka *Dz* aparatu pierwszego oraz do wywołującego drugiego łącza miejskiego dzwonka *Dz* aparatu drugiego.

Po podniesieniu mikrotelefonu zostaje dołączone do aparatu, zestykiem przełącznika widełkowego *PW*, napięcie zasilające 24 V. Po wciśnięciu przełącznika wywołującego łącza miejskiego (*L1* albo *L2*) układ rozmówny aparatu zostaje dołączony do



Rys. 4.7. Schemat ideowy aparatu szeregowego



Rys. 4.8. Przystawka sygnalizacyjna łączy miejskich i połączenia między aparatami szeregowymi

przewodów łącza miejskiego, które zostaje jednocześnie odłączone od aparatów dołączonych w dalszej kolejności. Jednocześnie działa przekaźnik wywołującego łącza (*R1* albo *R2*), zapewnia sobie podtrzymanie i zamyka obwód lampki (*L1* albo *L2*), która świecąc światłem ciągłym, sygnalizuje zajęcie łącza miejskiego.

Odłożenie mikrotelefonu powoduje odłączenie napięcia zasilającego od aparatu oraz zwolnienie wciśniętego przełącznika (*PL1* albo *PL2*). Zwolnienie przełącznika miejskiego można dokonać również wciskając przełącznik *Z*.

Wywołania centrali miejskiej dokonuje się przez wciśnięcie przełącznika wolnego łącza miejskiego (*PL1* albo *PL2*). Następują opisane już przebiegi, jak zamknięcie pętli łącza miejskiego na układ rozmówny aparatu, odłączenie łącza miejskiego od pozostałych aparatów, zadziałanie przekaźnika *R1* albo *R2* i zaświecenie się lampek *L1* albo *L2* w pozostałych aparatach.

Połączenie z abonentem wewnętrznym uzyskuje się przez wciśnięcie jego przełącznika *N* oraz przełącznika dzwonienia *B*, który dołącza plus do przewodu *b* żądanego łącza wewnętrznego poprzez uzwojenie pierwotne dławika *Dł*. Przewód ten jest dołączony w aparacie abonenta żądanego do zacisku *a*, do którego jest przyłączona

lampka (*N1* albo *N2*) oraz brzęczyk *Bz*. Lampka informuje abonenta żądanego, od którego aparatu nadeszło wywołanie, a brzęczyk przywołuje go do aparatu. Wskutek działania brzęczyka obwód wywołania jest przerywany z pewną częstotliwością, wskutek czego w uzwojeniu wtórnym dławika *Dł* indukuje się zmienna siła elektromotoryczna, która oddziaływuje na obwód rozmówny aparatu i w słuchawce abonenta wywołującego słychać charakterystyczny ton.

Po podniesieniu mikrotelefonu przez abonenta żądanego i wciśnięciu przełącznika *N* odpowiadającego łączu abonenta wywołującego zostaje przerwany obwód wywołania i tworzy się obwód rozmówny.

Mikrofony aparatów są zasilane ze źródła 24 V, dołączonego do obwodu rozmównego poprzez zwojnice dławika *Dł*.

Połączenia konferencyjne zestawia się za pomocą jednego z przełączników *N* oraz przełącznika *K*, łączących równolegle obwody rozmówne aparatów.

Przełącznik *PS* służy do wtrącenia do obwodu słuchawki dodatkowej tłumienności, co może być potrzebne przy krótkich łączach.

5. Łącznice telefoniczne ręczne

5.1. Zasady budowy i działania telefonicznych łącznic ręcznych

Łącznice telefoniczne ręczne są to urządzenia komutacyjne, w których komutacja łączy jest dokonywana ręcznie przez obsługę (**telefonistkę**) za pomocą prostych elementów komutacyjnych, jakimi są wtyczki łączeniowe i gniazda telefoniczne.

W zależności od przeznaczenia rozróżniamy łącznice telefoniczne miejskie, międzymiastowe i abonenckie.

Do zalet łącznic ręcznych należy prosta budowa, niskie koszty wytwarzania, prosta i tania konserwacja, niewielki pobór energi elektrycznej w czasie pracy oraz niezbyt wysokie wymagania stawiane łączom, przyłączonym do nich.

Wadami tych łącznic są natomiast:
— stosunkowo wysoki koszt personelu (telefonistek),
— długi czas zestawiania połączenia,
— ograniczona pojemność,
— niezbyt dobra jakość obwodów rozmównych,
— możliwość tworzenia w zasadzie tylko jednotorowych dróg połączeniowych.

Z wymienionych powodów łącznice telefoniczne ręczne są obecnie stosowane jedynie w niewielkich sieciach miejscowych, międzymiastowych i zakładowych i zakres ich stosowania systematycznie maleje.

W zależności od przyjętego systemu zasilania mikrofonów oraz zastosowanej sygnalizacji łącznice ręczne dzielą się na łącznice miejscowej i centralnej baterii.

Większość współczesnych łącznic telefonicznych ręcznych jest zbudowana na zasadzie dwuwtyczkowego zespołu połączeniowego (rys. 5.1).

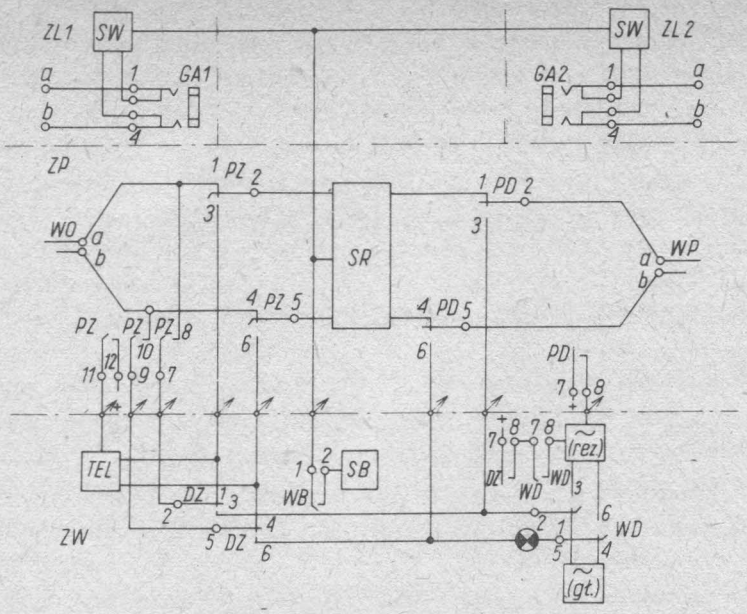
Wyposażenie łącznicy ręcznej dzieli się na:

a) **zespoły liniowe** ZL, stanowiące indywidualne wyposażenie łączy (abonenckich, międzycentralowych, międzymiastowych itp.); liczba zespołów liniowych jest równa liczbie przyłączonych do łącznicy łączy i odpowiada jej pojemności;

b) **zespoły połączeniowe** ZP; liczbę zespołów połączeniowych ustala się odpowiednio do przewidywanego ruchu telefonicznego obsługiwanego przez łącznicę oraz do możliwości obsługi;

c) **zespół wspólny** ZW, stanowiący indywidualne wyposażenie telefonistki.

W skład zespołu liniowego wchodzi element lub układ elementów przystosowany do odbioru sygnału wywołania (ewentualnie również — rozłączenia) przychodzącego z łącza oraz sygnalizowanie wywołania, połączonego ze wskazaniem łącza, z którego



Rys. 5.1. Układ zasadniczy łącznicy telefonicznej ręcznej

DZ — przełącznik dzwonienia zwrotnego (do *AbA*), *GA* — gniazdko abonenckie (zgłoszeniowe i wywoławcze), *PD* — przełącznik dzwonienia (do *AbB*), *PZ* — przełącznik zgłoszenia i podsłuchu, *SB* — układ sygnalizacji bacznościowej (dzwonek lub lampka bacznościowa), *SR* — układ sygnalizacji rozłączenia (klapka, wskaźnik lub lampka rozłączeniowa), *SW* — układ sygnalizacji wywoławczej (klapka lub lampka), *WD* — przełącznik źródeł prądu dzwonienia: z głównego (transformator lub przetwornica) na rezerwowe (przetwornica lub induktor), *TEL* — aparat odzewowy telefonistki, *WO* — wtyczka odzewowa, *WP* — wtyczka połączeniowa

wywołanie nadeszło. Drugim elementem zespołu liniowego jest gniazdo telefoniczne, umożliwiające dzięki wtyczce łączeniowej dostęp do łącza.

Zespół połączeniowy ma dwie wtyczki: odzewową *WO* i połączeniową *WP*. Wtyczka odzewowa służy zasadniczo do łączenia się z łączem wywołującym, a wtyczka połączeniowa — z łączem żądanym. Przełącznik zastosowany w zespole połączeniowym umożliwia przede wszystkim dołączenie aparatu odzewowego telefonistki do wywołującego łącza oraz przeprowadzenia rozmowy z abonentem wywołującym, dołączenie źródła prądu dzwonienia do łącza żądanego i wywołanie abonenta żądanego, połączenie łącza wywołującego z łączem żądanym oraz rozmowę telefonistki z abonentem w czasie kontrolowania stanu połączenia.

W skład zespołu wspólnego wchodzą, wymieniony już aparat odzewowy telefonistki i źródło prądu dzwonienia oraz wyposażenie sygnalizacji ogólnej, a także inne elementy potrzebne np. do współpracy z innymi centralami.

Połączenie łącza wywołującego z łączem żądanym ma na celu połączenie abonenta wywołującego z abonentem żądanym i w zarysie przebiega, jak opisano dalej.

Sygnał wywołania przychodzący z łącza wywołującego zostaje odebrany przez zespół liniowy *ZL*, który wprawia w działanie jego element lub układ sygnalizacyjny. Układ ten zwraca uwagę telefonistki na wywołujące łącze i wskazuje jego numer.

Telefonistka wybiera jeden z wolnych zespołów połączeniowych i na podstawie

wskazanego numeru odszukuje gniazdo wywołującego łącza, po czym wkłada w nie wtyczkę odzewową wybranego zespołu połączeniowego, a następnie przechyla przełącznik zgłoszenia. Dzięki dokonanym przez telefonistkę czynnościom zespół wspólny łącznicy zostaje połączony z wywołującym łączem i powstaje obwód rozmówny między aparatem odzewowym telefonistki i aparatem abonenta wywołującego.

Abonent wywołujący podaje telefonistce numer abonenta żądanego. Telefonistka sprawdza stan gniazda abonenta żądanego i, jeżeli jest ono wolne, wkłada w nie wtyczkę połączeniową wybranego zespołu połączeniowego. Następnie uruchamia przełącznik dzwonienia, wskutek czego do łącza żądanego zostaje dołączone źródło prądu dzwonienia, a w kierunku abonenta żądanego wysyłany jest prąd dzwonienia jako sygnał wywołania.

Po zgłoszeniu się abonenta żądanego, co następuje po podniesieniu mikrotelefonu, telefonistka zwalnia przełącznik dzwonienia, wskutek czego dokonuje się połączenie łącza wywołującego z łączem żądanym oraz następuje odłączenie zespołu wspólnego od utworzonej drogi połączeniowej. Droga ta zawiera obwód rozmówny, który łączy aparaty abonentów, a także obwody sygnalizacyjne, które sygnalizują stan połączenia.

W czasie trwania połączenia telefonistka może dołączyć swój aparat rozmówny do obwodu rozmównego w celu skontrolowania jego stanu.

Po zakończeniu rozmowy abonenci nadają sygnały rozłączenia, które są odbierane przez element lub układ sygnalizacyjny, stanowiący wyposażenie zespołu połączeniowego albo zespołów liniowych, który sygnalizuje koniec rozmowy.

Telefonistka rozłącza istniejącą drogę połączeniową wyjmując wtyczki z gniazd. Dzięki temu łącza oraz użyty do dokonania połączenia zespół połączeniowy stają się wolne i mogą być użyte do realizacji następnych połączeń.

5.2. Elementy sygnalizacyjne i komutacyjne telefonicznych łącznic ręcznych

5.2.1. Wiadomości ogólne

Elementy składowe łącznicy ręcznej można podzielić na następujące grupy:

a) **elementy sygnalizacyjne** odbierające sygnały wywołania i rozłączenia;

b) **elementy komutacyjne** umożliwiające dokonywanie komutacji łączy;

c) **elementy ogólnego przeznaczenia.**

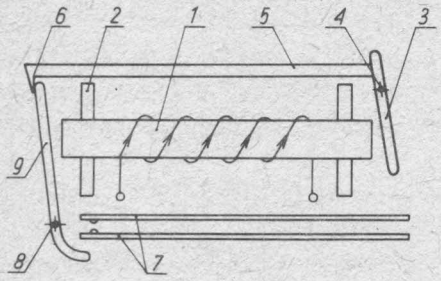
Spośród stosowanych elementów sygnalizacyjnych na uwagę zasługują klapki telefoniczne, wskaźniki szczelinowe, wskaźniki krzyżowe, dzwonki i żarówki telefoniczne. Zalicza się do nich również przekaźniki telefoniczne.

Elementami komutacyjnymi łącznic ręcznych są gniazda łączeniowe i wtyczki telefoniczne. Zalicza się do nich również przełączniki.

Do grupy elementów ogólnego przeznaczenia należą: mikrofon, słuchawka, transformator telefoniczny, tarcza numerowa, induktor oraz rezystory, kondensatory, dławiki i diody, a także łączówki lutownicze, listwy bezpiecznikowe, bezpieczniki itp.

5.2.2. Klapka telefoniczna i wskaźniki

Klapka telefoniczna (rys. 5.2) jest to element sygnalizacyjny o prostej budowie, dużej czułości i niewielkim poborze energii. Może działać od prądu stałego i przemiennego o małej częstotliwości. Jest stosowana jako odbiornik sygnałów wywołania i rozłączenia w łącznicach telefonicznych systemu *MB* i *CB* małej pojemności.



Rys. 5.2. Zasada działania klapki telefonicznej

1 — zwojnica elektromagnesu, *2* — boczek elektromagnesu, *3* — kotwica, *4* — oś obrotu kotwicy, *5* — dźwignia kotwicy, *6* — zaczep, *7* — zestyk alarmowy, *8* — oś obrotu tarczki, *9* — tarczka

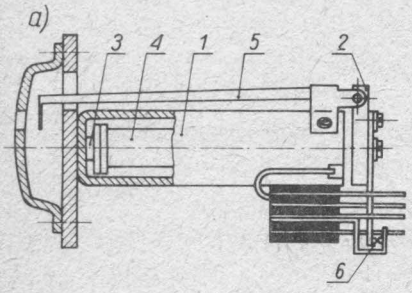
Wskutek przepływu prądu elektrycznego przez zwojnicę w obwodzie magnetycznym pojawia się strumień magnetyczny, dzięki czemu zostaje przyciągnięta kotwica, której dźwignia uwalnia ruchomą tarczkę. Tarczka opada pod działaniem siły ciężkości i odsłania numer wywołującego łącza, normalnie przez nią zakryty. Jednocześnie zamyka się zestyk alarmowy.

Skasowanie sygnału wymaga manipulacji ręcznej. Należy w tym celu unosić opadniętą tarczkę aż do momentu zaczepienia jej z zaczepem dźwigni. Zestyk alarmowy wraca wówczas do stanu spoczynku.

Wskaźnik szczelinowy jest również prostym elementem sygnalizacyjnym o budowie zbliżonej do budowy klapki telefonicznej (rys. 5.3).

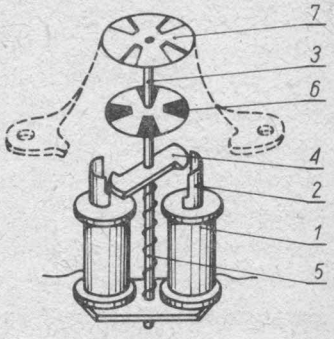
Wskaźniki szczelinowe działają od prądu stałego i są wykorzystywane do sygnalizowania stanu drogi połączeniowej w łącznicach *CB*. Inna prostsza odmiana wskaźników jest stosowana do sygnalizowania stanu zajętości łączy.

Wskutek przepływu prądu przez zwojnicę zostaje przyciągnięta kotwica i drążek unosi tarczkę, odsłaniając okienko wskaźnika. Po przerwaniu przepływu prądu kotwica zostaje zwolniona i tarczka zasłania okienko



Rys. 5.3. Wskaźnik szczelinowy

1 — korpus, *2* — kotwica, *3* — rdzeń cewki, *4* — cewka, *5* — drążek, *6* — zestyk alarmowy



Rys. 5.4. Zasada działania wskaźnika krzyżowego

1 — zwojnica elektromagnesu, *2* — nabiegunniki, *3* — oś, *4* — kotwica, *5* — sprężyna zwrotna, *6* — wiatraczek, *7* — płytka

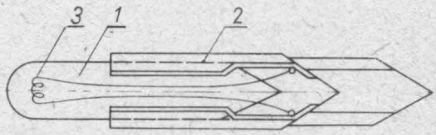
Wskaźnik krzyżowy (rys. 5.4) jest elementem sygnalizacyjnym używanym do wskazywania przepływu prądu stałego lub przemiennego małej częstotliwości w danym obwodzie.

Na płytce z miękkiej stali są umieszczone dwie cewki z nabiegunnikami. Na osi znajduje się ruchoma kotwica, wykonana z miękkiego żelaza i czteroramienny wiatraczek; wokół osi jest owinięta sprężyna zwrotna. Nad wiatraczkiem znajduje się płytka z otworami.

Przepływ prądu elektrycznego przez zwojnicę powoduje przyciągnięcie kotwicy przez nabiegunniki i obrót osi wraz z wiatraczkiem. W osłonie wskaźnika ukazuje się figura w kształcie krzyża maltańskiego. W czasie obrotu osi zostaje naciągnięta sprężyna zwrotna.

Po przerwaniu przepływu prądu kotwica i wiatraczek wracają do stanu spoczynku pod działaniem sprężyny zwrotnej.

Żarówki telefoniczne (rys. 5.5) są stosowane w łącznicach ręcznych oraz w łącznicach automatycznych do sygnalizowania stanu łączy, stanu organów połączeniowych itp.



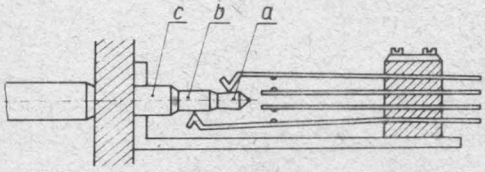
Rys. 5.5. Żarówka telefoniczna
1 — bańka szklana, *2* — okładzina metalowa, *3* — żarnik wolframowy

Żarówka zajmuje mniej miejsca w polu łącznicy niż klapka lub wskaźnik i nie wymaga dodatkowych czynności przy kasowaniu sygnału. Z tego względu żarówki są szeroko stosowane w urządzeniach komutacyjnych. Zużywają jednak duże ilości energii elektrycznej (2...4 W), której przeważającą część zamieniają na ciepło. Z tego powodu ostatnio są zastępowane przez diody świecące.

5.2.3. Elementy komutacyjne telefonicznych łącznic ręcznych

Gniazdo telefoniczne stanowi element komutacyjny, będący zakończeniem łącza.

Gniazdo składa się z tulejki, korpusu oraz sprężyn stykowych. Sprężyny stykowe są wykonane z mosiądzu wysokoniklowego, dzięki czemu mają wymaganą sprężystość i elastyczność.



Rys. 5.6. Połączenie wtyczki telefonicznej ze sprężynami gniazdka telefonicznego

Gniazdo umożliwia połączenie łącza z zespołem połączeniowym łącznicy, za pośrednictwem wtyczki (rys. 5.6). Elementy stykowe wtyczki stanowią: główka (*a*), szyjka (*b*) i trzon (*c*), wykonane z mosiądzu. Po wetknięciu wtyczki do gniazda jej powierzchnie stykowe stykają się ze sprężynami stykowymi gniazda, wywierając na nie dosyć duży nacisk (rzędu kilku niutonów), co zapewnia należytą styczność tych elementów.

Gniazda telefoniczne, oprócz opisanych sprężyn stykowych, mogą mieć dodatkowe zestyki wykorzystywane do celów sygnalizacyjnych. Sprężyny stykowe tworzące te zestyki są również wykonane z mosiądzu wysokoniklowego, a styczki — z czystego srebra; ich naciski stykowe wynoszą kilka dziesiątych niutona.

Gniazda łączeniowe są używane jako elementy pojedyncze albo w postaci tzw. gniezdników. Gniezdniki zmontowane na przedniej, pionowej ścianie łącznicy, tworzą pole gniazdkowe.

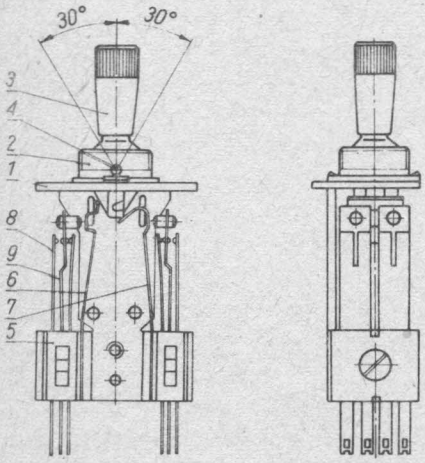
Przełączniki przechylne są używane do komutowania obwodów elektrycznych, co jest dokonywane za pomocą zestyków utworzonych ze sprężyn stykowych wyposażonych w styczki wykonane z metali szlachetnych, najczęściej z czystego srebra. Sprężyny stykowe wykonuje się przeważnie z mosiądzu wysokoniklowego.

Przełącznik przechylny (rys. 5.7) ma dwa rodzaje sprężyn: ruchome i nieruchome. Liczba sprężyn wynosi od kilku do kilkudziesięciu. Sprężyny ruchome współpracują z rolkami stanowiącymi zakończenie dźwigni, mających oś obrotu w górnej, krótszej części korpusu przełącznika. Dźwignie i rolki są wykonywane z tworzywa sztucznego. Na górną część dźwgni jest nasadzona kolorowa gałka.

Dzięki odpowiedniemu ukształtowaniu końców sprężyn ruchomych można uzyskać pozostawanie dźwigni przełącznika w nadanym jej położeniu (przełączniki niezwrotne) lub samoczynny jej powrót do pozycji spoczynkowej (przełączniki zwrotne). Przełączniki przechylne są wykonywane jako dwustronne (o trzech położeniach dźwigni) lub jednostronne (o dwóch położeniach dźwigni).

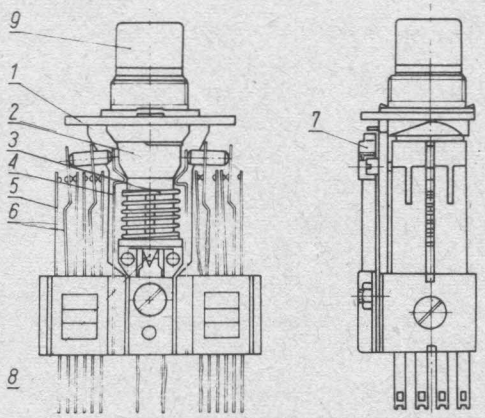
Jeżeli do celów komutacyjnych wystarcza niewielka liczba zestyków, to zamiast przełączników przechylnych stosuje się przełączniki wciskowe (o dwóch położeniach pracy).

Nowoczesne **przełączniki wciskowe** mają niewielkie rozmiary oraz są wyposażone w żarówki telefoniczne wykorzystywane do celów sygnalizacyjnych (rys. 5.8).



Rys. 5.7. Przełącznik przechylny

1 — płytka mocująca, *2* — dźwignia, *3* — gałka, *4* — oś obrotu, *5* — zespół zestyków, *6* — ruchoma sprężyna napędowa zwrotna, *7* — ruchoma sprężyna napędowa niezwrotna, *8* — sprężyna stykowa stała, *9* — sprężyna stykowa ruchoma



Rys. 5.8. Przełącznik wciskowy podświetlany

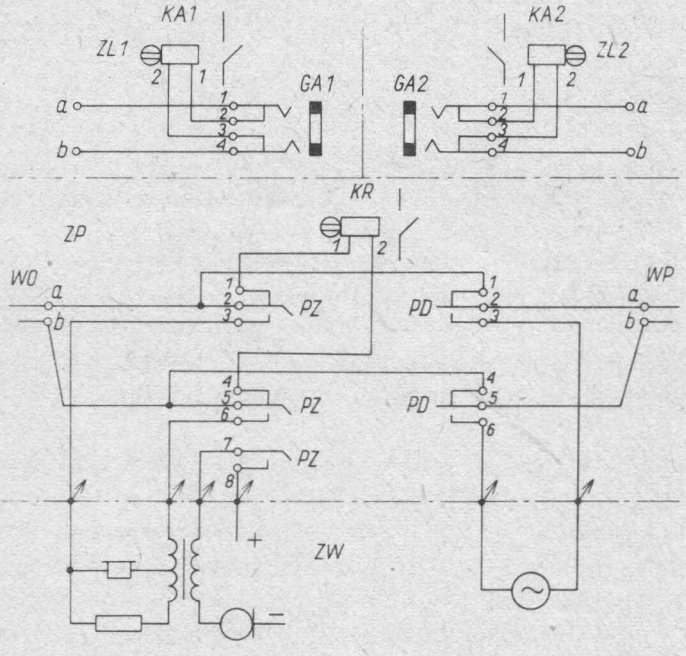
1 — płytka mocująca, *2* — tulejka, *3* — sprężyna zwrotna, *4* — ruchoma sprężyna napędowa, *5* — sprężyna stykowa stała, *6* — sprężyna stykowa ruchoma, *7* — zatrzask zmieniający rodzaj pracy przełącznika (ze zwrotnego na niezwrotny), *8* — żarówka, *9* — kolorowa gałka podświetlana

Po wciśnięciu gałki tulejka przesuwa się ku dołowi i naciska na słupek izolacyjny zespołu zestyków oraz sprężynę zwrotną. Zatrzask odchyla się pod działaniem występu tulejki, po usunięciu nacisku na gałkę zatrzymuje tulejkę w położeniu pracy. Zespół zestyków zostaje uruchomiony.

Zwolnienie przełącznika dokonuje się przez powtórne wciśnięcie gałki, tym razem do oporu. Wskutek tego zatrzask uwalnia tulejkę i po usunięciu nacisku zostaje ona wypchnięta przez sprężynę zwrotną ku górze.

5.3. Telefoniczna łącznica ręczna systemu MB

Uproszczony schemat ideowy telefonicznej łącznicy ręcznej *MB* pokazano na rys. 5.9.



Rys. 5.9. Uproszczony schemat ideowy telefonicznej łącznicy ręcznej *MB*

Łącznica jest wyposażona w zespoły, następujących rodzajów:

a) zespół liniowy *ZL*, składający się z gniazda abonenckiego *GA* i klapki abonenckiej *KA*;

b) zespół połączeniowy, składający się ze sznura zakończonego wtyczką odzewową *WO*, sznura zakończonego wtyczką połączeniową *WP*, przełącznika przechylnego *PZ — PD* i klapki rozłączeniowej *KR*;

c) zespół wspólny, zawierający aparat odzewowy telefonistki, złożony z mikrofonu, słuchawki i transformatora telefonicznego oraz miejscowej baterii o napięciu 3 V; źródło prądu dzwonienia, którym może być transformator sieciowy, obniżający napię-

cie sieci elektroenergetycznej, przetwornica, przetwarzająca napięcie stałe na przemienne lub induktor; układ sygnalizacji akustycznej wywołania i rozłączenia (nie pokazany na rys. 5.9), złożony z dzwonka prądu stałego i wyłącznika.

Działanie łącznicy w czasie dokonywania połączenia ma przebieg opisany dalej.

Pokręcanie korbką induktora przez abonenta wywołującego powoduje wysyłanie do łącznicy prądu przemiennego w obwodzie:

aparat abonenta wywołującego, przewód *La, Ga1 1—2*, zwojnica klapki *KA1, GA1 3, 4*, przwód *Lb*, aparat abonenta wywołującego

Tarczka klapki opada i odsłania numer łącza abonenta wywołującego.

Telefonistka wybiera wolny zespół połączeniowy i wkłada w gniazdo *GA1*, należące do łącza abonenta wywołującego, wtyczkę *WO* wybranego zespołu, przechyla przełącznik w położenie zgłoszenia *PZ* i podnosi tarczkę klapki.

Dzięki włożeniu wtyczki *WO* do gniazda *GA1* otwierają się zestyki rozwierne tego ostatniego i zwojnica klapki zostaje odłączona od łącza abonenckiego. Zestyki przełącznika *PZ* zamykają obwód zasilania mikrofonu aparatu odzewowego telefonistki oraz obwód rozmówny, łączący ten aparat z aparatem abonenta wywołującego:

aparat abonenta wywołującego, przewód *La, GA1, WOa* (główka wtyczki), *PZ 2—3*, aparat odzewowy telefonistki, *PZ 6—5 WOb* (szyjka wtyczki), *GA1 4*, przewód *Lb*, aparat abonenta wywołującego

W obwodzie rozmównym płyną prądy rozmówne, powstające pod działaniem mikrofonu abonenta wywołującego i mikrofonu telefonistki.

Telefonistka odbiera od abonenta wywołującego numer łącza abonenta żądanego i sprawdza, czy w gnieździe tego łącza nie tkwi wtyczka innego zespołu połączeniowego, tj. sprawdza, czy łącze to nie zostało wcześniej użyte do zestawienia innego połączenia.

Jeżeli łącze abonenta żądanego jest wolne, telefonistka zajmuje je wkładając do jego gniazda (*GA2*) wtyczkę *WP* zespołu połączeniowego. Dzięki włożeniu wtyczki do gniazda otwierają się jego zestyki rozwierne i od przewodów łącza abonenta żądanego zostaje odłączona zwojnica klapki (*KA2*); zapobiega to uruchomieniu jej w czasie wywoływania abonenta żądanego. Telefonistka przechyla przełącznik w położenie dzwonienia *PD*, dzięki czemu do łącza abonenta żądanego zostaje dołączone źródło prądu dzwonienia:

źródło prądu dzwonienia, *PD 3—2, WPa, GA2 1*, przewód *La*, aparat abonenta żądanego (dzwonek), przewód *Lb, GA2 4, WPb, PZ 5—6*, źródło prądu dzwonienia

Aby sprawdzić, czy abonent żądany się zgłosił, telefonistka przechyla przełącznik w położenie *PZ*, dzięki czemu zostaje przerwane wysyłanie prądu dzwonienia do aparatu abonenta żądanego, zaś aparat odzewowy telefonistki — dołączony do obwodu rozmównego, który powstaje po zgłoszeniu się abonenta żądanego:

aparat abonenta wywołującego, przewód *La, GA1, WOa, PD 1—2, WPa, GA2 1*, przewód *La*, aparat abonenta żądanego, przewód *Lb, GA2 4, WPb, PD 5—4, WOb, GA1 4*, przewód *Lb*, aparat abonenta wywołującego

Aparat odzewowy telefonistki jest dołączony równolegle do obwodu rozmównego, jeżeli przełącznik znajduje się w położeniu *PZ*. Po stwierdzeniu, że abonenci rozpoczęli rozmowę, telefonistka odłącza swój aparat odzewowy od obwodu rozmównego, prostując przełącznik.

W czasie rozmowy przełącznik znajduje się w położeniu spoczynkowym. Równolegle do obwodu rozmównego jest dołączona zwojnica klapki rozłączeniowej *KR*. Dzięki dużej impedancji zwojnicy, dodatkowa tłumienność obwodu rozmównego, powodowana przez nią, jest niewielka.

Do dokonania obserwacji przebiegu rozmowy (podsłuchu) telefonistka przechyla przełącznik w położenie *PZ*.

Po zakończeniu rozmowy jeden lub obaj abonenci pokręcają korbkami induktorów, dzięki czemu prąd induktorowy uruchamia klapkę rozłączeniową *KR*, której tarczka sygnalizuje koniec rozmowy oraz wskazuje, który zespół połączeniowy należy zwolnić.

Telefonistka dokonuje rozłączenia drogi połączeniowej przez wyjęcie wtyczek zespołu połączeniowego z gniazd abonenckich.

5.4. Telefoniczna łącznica ręczna systemu CB

Telefoniczne łącznice ręczne systemu *CB* małej pojemności wykonuje się zazwyczaj jako łącznice klapkowo — wskaźnikowe, a łącznice o większej pojemności — jako przekaźnikowo-lampkowe.

Łącznice *CB* lampkowe (rys. 5.10) składają się także z zespołów liniowych, połączeniowych i zespołu wspólnego, z tym, że są one rozwiązane inaczej niż w łącznicach *MB*.

Zespół liniowy, stanowiący wyposażenie łącza abonenckiego, składa się z gniazda abonenckiego *GA*, przekaźnika liniowego *L* i lampki abonenckiej *LA*.

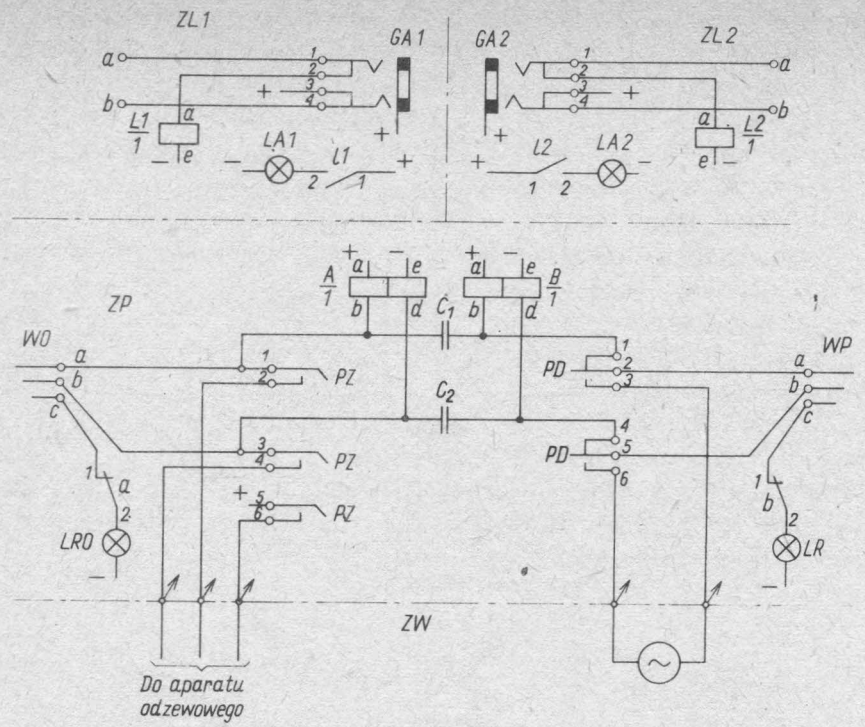
Zespół połączeniowy jest zbudowany z dwóch sznurów, zakończonych wtyczkami *WO* i *WP*, przełącznika przechylnego *PZ — PD*, przekaźników zasilających *A* i *B* oraz lampek rozłączeniowych *LRO* i *LRP*.

Zespół wspólny łącznicy zawiera aparat odzewowy telefonistki, źródło prądu dzwonienia (transformator sieciowy i przetwornicę) oraz inne elementy, jak dzwonek prądu stałego, lampki sygnalizacji ogólnej itp.

Działanie łącznicy przebiega jak opisano dalej.

Podniesienie mikrotelefonu przez abonenta wywołującego powoduje zamknięcie pętli abonenckiej, w której od tej chwili, płynie prąd stały. Dzięki temu przekaźnik *L1* zostaje wzbudzony i zamyka obwód lampki *LA*. Lampka świeci się i wskazuje numer łącza wywołującego abonenta.

Podobnie, jak w przypadku łącznicy *MB*, zgłoszenie się telefonistki do wywołującego abonenta jest dokonywane przez włożenie wtyczki *WO* wolnego zespołu połączeniowego do gniazda *GA1*, należącego do łącza wywołującego abonenta. Dzięki temu zostaje przerwany obwód przekaźnika *L1*, który zwalnia i przerywa obwód lampki



Rys. 5.10. Uproszczony schemat ideowy telefonicznej łącznicy ręcznej *CB* lampkowej

LA1. Lampka gaśnie. Zasilanie mikrofonu abonenta wywołującego jest dokonywane poprzez zwojnice przekaźnika *A*, który zostaje wzbudzony i przerywa obwód lampki rozłączeniowej *LRO*.

Po przechyleniu przełącznika w położenie *PZ* zostaje zamknięty obwód zasilania mikrofonu aparatu odzewowego oraz obwód rozmówny, łączący aparat odzewowy telefonistki z aparatem abonenta wywołującego.

Po otrzymaniu od abonenta wywołującego numeru abonenta żądanego i stwierdzeniu, że łącze tego ostatniego jest wolne, telefonistka wkłada wtyczkę *WP* do gniazda *GA2* i przechyla przełącznik w położenie *PD*. Włożenie wtyczki do gniazda powoduje odłączenie zwojnicy przekaźnika liniowego *L2* od łącza abonenckiego. Zapobiega to zadziałaniu przekaźnika wskutek przepływu prądu dzwonienia, wysyłanego do aparatu abonenta żądanego w czasie, kiedy przełącznik znajduje się w położeniu *PD*.

Po wyprostowaniu przełącznika źródło prądu dzwonienia jest odłączone od łącza abonenckiego.

Dzięki podniesieniu mikrotelefonu przez abonenta żądanego przekaźnik *B* zostaje wzbudzony. Przekaźnik ten przerywa obwód lampki *LRP*, która do tego momentu świeciła się, a teraz gaśnie, sygnalizując w ten sposób zgłoszenie się abonenta żądanego.

Dzięki ustawieniu przełącznika w położeniu spoczynkowym tworzy się droga

połączeniowa, zawierająca obwody zasilania mikrofonów abonenckich, obwód rozmówny między aparatem abonenta wywołującego i aparatem abonenta żądanego oraz obwody sygnalizacji stanu połączenia. Mikrofon abonenta wywołującego jest zasilany poprzez zwojnice przekaźnika *A*, a mikrofon abonenta żądanego — poprzez zwojnice przekaźnika *B*. Przekaźniki te są czynne i swoimi zestykami przerywają obwody lampek rozłączeniowych.

Zastosowany sposób rozdzielonego zasilania mikrofonów uniezależnia wartości prądów zasilających od rezystancji łączy współrozmówców, jak również umożliwia sygnalizowanie stanu każdego łącza oddzielnie.

Odłożenie mikrotelefonu przez abonenta wywołującego powoduje przerwanie pętli abonenckiej i zwolnienie przekaźnika *A*. Zestyk przekaźnika zamyka obwód lampki *LRO* (od plusa z obudowy gniazda *GA1*). Analogicznie, po odłożeniu mikrotelefonu przez abonenta żądanego, zwalnia przekaźnik *B*, którego zestyk zamyka obwód lampki *LRP* (od plusa z obudowy gniazda *GA2*).

Świecące się lampki *LRO* i *LRP* sygnalizują zakończenie rozmowy przez abonentów. Telefonistka wyjmuje wtyczki z gniazd abonenckich, kasując w ten sposób drogę połączeniową i przerywając obwody lampek *LRO* i *LRP*, które gasną.

5.5. Telefoniczna łącznica ręczna systemu CB z polem wielokrotnym

Omówiona łącznica telefoniczna ręczna systemu *CB* ma stosunkowo niewielką pojemność, wynoszącą maksymalnie do 200 łączy abonenckich. W łącznicy tej każde łącze abonenckie jest zakończone jednym gniazdem abonenckim *GA*, a gniazda wszystkich łączy są skupione w polu pionowym łącznicy i są osiągalne dla telefonistki.

W przypadku większej liczby łączy abonenckich nie ma możliwości zbudowania takiej łącznicy, w polu której znalazłyby się wszystkie gniazda abonenckie. Ponadto do obsłużenia znacznej liczby łączy abonenckich nie wystarcza jedna telefonistka.

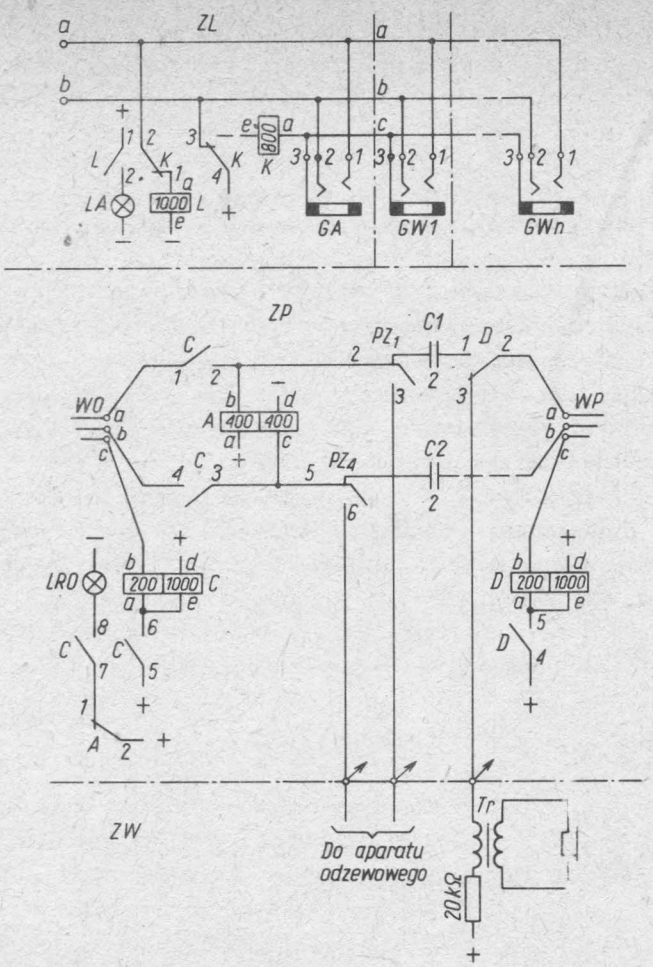
Dla rozwiązania tego zagadnienia przydziela się każdemu łączu abonenckiemu nie jedno ale wiele gniazd, z których jedno jest gniazdem odzewowym, pozostałe zaś, **zwielokrotnione** ze sobą, są gniazdami wywoławczymi (rys. 5.11).

Każda telefonistka obsługuje jedno stanowisko łącznicy, na którym znajduje się pewna liczba gniazd abonenckich odzewowych *GA* wraz z lampkami *LA*, przy czym gniazda te i lampki są umieszczone w tzw. polu miejscowym łącznicy. Oprócz tego, w górnej części pionowego pola łącznicy, umieszczone są gniazda wywoławcze *GW* wszystkich łączy abonenckich. Ponieważ gniazda te są zwielokrotnione na wszystkich stanowiskach łącznicy, przeto nazywa się je **polem wielokrotnym**.

Przebieg połączenia, realizowanego przez telefonistkę opisano dalej.

Podniesienie mikrotelefonu przez abonenta wywołującego powoduje wzbudzenie przekaźnika liniowego *L*, który zamyka obwód lampki *LA*.

Telefonistka wkłada wtyczkę *WO* w gniazdo *GA* abonenta wywołującego i przechyla przełącznik w położenie *PZ*.



Rys. 5.11. Fragment łącznicy ręcznej *CB* lampkowej z polem wielokrotnym

W obwodzie:

+, *C* 1000 Ω, *C* 200 Ω, *WOc*, *GA1*, *K* 800 Ω, —

zostaje wzbudzony przekaźnik próbny *C* zespołu połączeniowego i przekaźnik odłączny *K* zespołu liniowego łącza abonenckiego.

Przekaźnik *C* zamyka obwód rozmówny między aparatem abonenta wywołującego i aparatem odzewowym telefonistki oraz obwód zasilania mikrofonu abonenta. Przekaźnik zasilający *A* zostaje wzbudzony i przerywa obwód lampki *LRO*.

Przekaźnik *K* odłącza zwojnicę przekaźnika *L* od łącza. Przekaźnik *L* zwalnia i lampka *LA* gaśnie.

Telefonistka komunikuje się z abonentem wywołującym i przystępuje do zestawienia połączenia. W tym celu dokonuje próby zajętości łącza żądanego, dotykając główkę wtyczki *WP* do obudowy gniazda *GA* lub *GW* należącego do żądanego łącza.

Jeżeli łącze to jest zajęte przez inne połączenie, w jednym z jego gniazd tkwi wtyczka *WO* lub *WP* zespołu połączeniowego i do przewodu próbnego *c* jest dołączony biegun dodatni źródła zasilającego przez 200Ω zwojnicę przekaźnika próbnego *C* lub *D*. Zamyka się wówczas obwód:

+, *C* 200Ω lub *D* 200Ω, *WOc* innego *ZP* lub *WPc*, *GA3* lub *GW3* zajętego abonenta na innym stanowisku, przewód *c*, *GW3* lub *GA3*, *WWa*, zestyk rozwierny *D*, uzwojenie pierwotne transformatora, rezystor 20 kΩ, —

Wskutek przepływu prądu w powyższym obwodzie w uzwojeniu wtórnym transformatora indukuje się siła elektromotoryczna i telefonistka słyszy w słuchawce wyraźny stuk, co oznacza, że żądane łącze jest zajęte.

Jeżeli żądane łącze jest wolne, przewód próbny *c* jest nacechowany potencjałem ujemnym (poprzez zwojnicę przekaźnika odłącznego *K*) i w obwodzie tym prąd nie płynie. Telefonistka nie słyszy stuku w słuchawce.

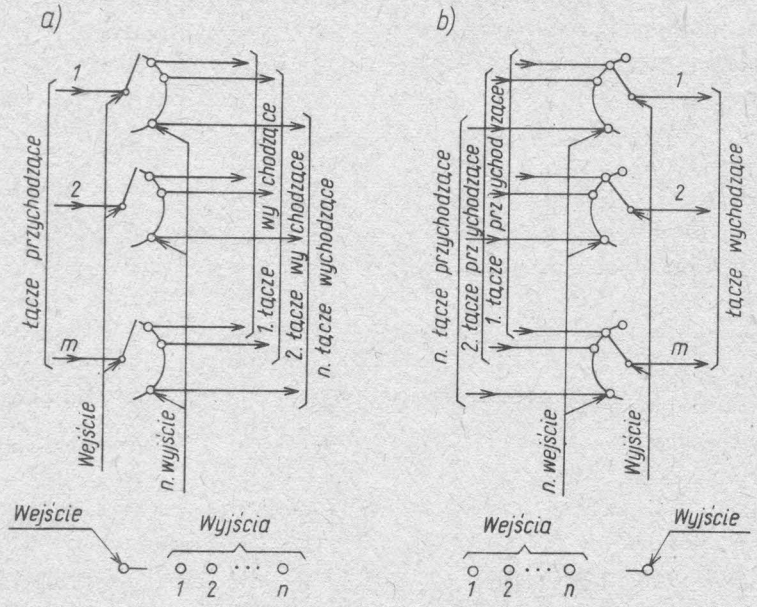
Jeśli telefonistka omyłkowo włoży wtyczkę WP do gniazda łącza zajętego, przekaźnik próbny D nie zostaje wzbudzony, ponieważ jego obie, szeregowo połączone zwojnice, są zbocznikowane przez 200Ω zwojnicę przekaźnika próbnego innego zespołu połączeniowego. Uniemożliwia to telefonistce dołączenie się do łącza zajętego.

Jeżeli łącze abonenta żądanego jest wolne, dalsze przebiegi odbywają się podobnie, jak w łącznicy CB lampkowej bez pola wielokrotnego.

6. Wybieraki

6.1. Wiadomości ogólne

Wybierak jest to element komutacyjny, służący do dokonywania połączeń między łączami, czyli komutacji łączy, w taki sposób, że jedno łącze przychodzące może być połączone, na pewien czas, z jednym łączem należącym do grupy łączy wychodzących, albo odwrotnie jedno łącze należące do grupy łączy przychodzących może być połączone z jednym łączem wychodzącym (rys. 6.1).



Rys. 6.1. Komutacyjna funkcja wybieraka: *a)* wybieranie łącza; *b)* szukanie łącza; *c)* i *d)* jak *a)* i *b)* lecz przedstawione metodą „ptaszkową"

Łącza przychodzące i wychodzące, dołączone do wybieraka, są zazwyczaj wielo-przewodowe, gdyż takie są potrzebne do utworzenia drogi połączeniowej, która oprócz obwodu rozmównego jedno- lub dwutorowego zawiera przewody pomocnicze, niezbędne do zestawienia, utrzymania i skasowania tej drogi. Łącza te są przyłączone do charakterystycznych punktów (końcówek) wybieraka, zwanych wejściami (łącza przychodzące) i wyjściami (łącza wychodzące).

Zazwyczaj wybierak ma jeden charakterystyczny zbiór punktów przyłączeniowych, pełniących rolę **wejścia** (lub **wyjścia**) i drugi, obszerniejszy zbiór punktów pełniących rolę wyjść (lub wejść), zwany **polem komutacyjnym**. Liczba wejść albo wyjść pola, równa liczbie przyłączonych do nich łączy wychodzących albo przychodzących, nazywa się pojemnością wybieraka.

Pod względem spełnianej funkcji komutacyjnej wybierak jest równoważny wielopozycyjnemu przełącznikowi.

Wybieraki, obok przekaźników telefonicznych obojętnych, są podstawowymi elementami komutacyjnymi, stosowanymi do budowy automatycznych łącznic telefonicznych i telegraficznych systemów elektromechanicznych.

Klasyfikacja wybieraków może być przeprowadzona z różnych punktów widzenia. Do budowy łącznic elektromechanicznych stosuje się wybieraki elektromechaniczne, a do budowy łącznic elektronicznych odpowiednie układy elektroniczne.

Wybieraki elektromechaniczne są to wybieraki, w których komutacja łączy dokonuje się w rezultacie ustawienia ruchomego zespołu szczotek na odpowiedniej pozycji nieruchomego pola stykowego — **wybieraki biegowe**, albo w rezultacie uruchomienia odpowiedniego zestyku pola zestykowego — **wybieraki zestykowe**; komutacja łączy dokonywana za pomocą tych wybieraków jest wynikiem bezpośredniego lub pośredniego oddziaływania elektromagnesów.

Wybieraki elektromechaniczne biegowe w zależności od rodzaju zastosowanego napędu szczotek dzielą się na **wybieraki skokowe** i **wybieraki o ciągłym ruchu szczotek**.

Zespół szczotek wybieraka skokowego porusza się ruchem skokowym, a wybieraka o ruchu ciągłym — w sposób płynny.

W zależności od liczby ruchów wykonywanych przez szczotki wybieraki biegowe mogą być jedno- i dwuruchowe, przy czym znane są wybieraki skokowe obrotowe i podnosząco-obrotowe oraz wybieraki o ruchu ciągłym obrotowe i obrotowo-promieniowe.

Wybieraki zestykowe występują najczęściej w postaci tzw. **wybieraków krzyżowych**, rzadziej — w postaci odpowiednich układów przekaźnikowych.

Komutacja łączy za pomocą wybieraka odbywa się w sposób odpowiedni do jego budowy, trwa pewien czas i powoduje pobór ze źródła zasilającego określonej ilości energii elektrycznej.

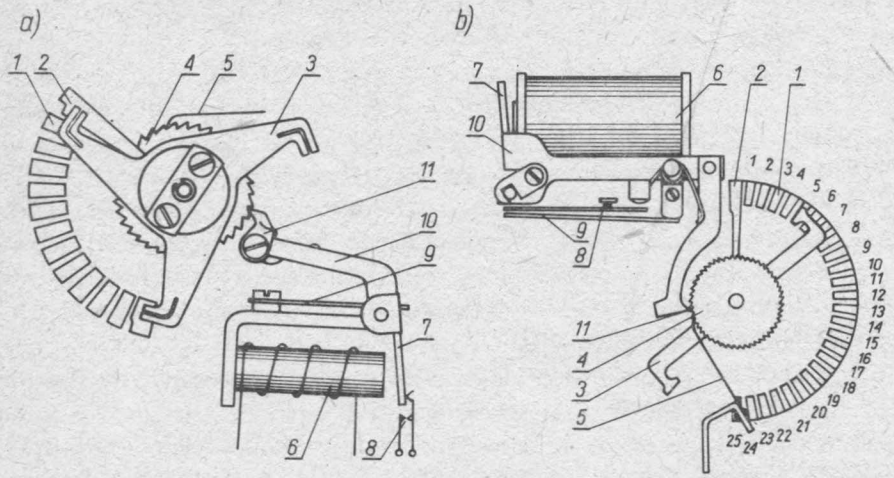
Jako wynik komutacji łączy, dokonywanej przez wybierak otrzymuje się odcinek wieloprzewodowej **drogi połączeniowej**, który wraz z innymi, w podobny sposób utworzonymi odcinkami, tworzą tę drogę. Odcinek ten, w czasie trwania połączenia, dokonanego za pomocą tej drogi, znajduje się w stanie pracy, a po zakończeniu połączenia, wraca do stanu spoczynku.

6.2. Wybieraki biegowe

6.2.1. Wybieraki skokowe obrotowe

Wybieraki skokowe obrotowe są wybierakami jednoruchowymi; są one zbudowane z następujących zasadniczych części składowych (rys. 6.2):

a) pola stykowego,
b) zespołu szczotek,
c) mechanizmu napędowego.



Rys. 6.2. Zasada budowy i działania wybieraków skokowych obrotowych: *a*) 12-pozycyjny wybierak Siemensa o napędzie bezpośrednim; *b*) 25-pozycyjny wybierak W-25 o napędzie pośrednim

1 — styk pola stykowego, *2* — sprężyna zbiorcza, *3* — szczotka, *4* — kółko zapadkowe, *5* — zapadka wsteczna, *6* — elektromagnes, *7* — kotwica, *8* — zespół zestyków przy kotwicy, *9* — sprężyna zwrotna, *10* — ramię kotwicy, *11* — ząb przesuwacza

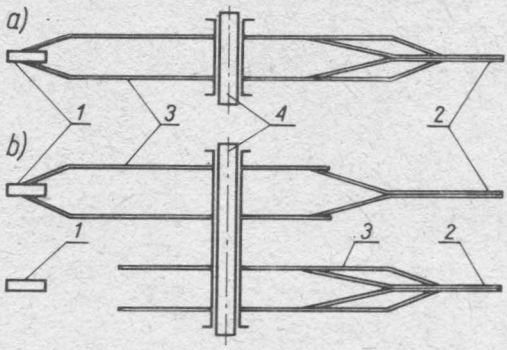
Oprócz części zasadniczych wybierak ma zwykle zestyk przełączany przy każdorazowym przyciągnięciu kotwicy, zwany przerywaczem oraz zestyki przełączane w spoczynkowym położeniu szczotek zwane zestykami czołowymi.

Pole stykowe wybieraka jest wykonane z kilku wieńców styków pola, ułożonych względem siebie równolegle i izolowanych od siebie, zajmujących 1/3 lub 1/2 okręgu koła. Styki pola, wykonane z mosiądzu wysokoniklowego lub z mosiądzu, mają po stronie zewnętrznej kształt końcówek lutowniczych.

Wieńce zajmujące 1/3 okręgu koła mają zwykle po 10 styków roboczych, po 2 styki dodatkowe oraz wydłużone sprężyny zbiorcze, przeznaczone do połączenia z zespołem ruchomych szczotek, zaś wieńce zajmujące 1/2 okręgu koła — po 25 styków roboczych oraz sprężyny zbiorcze. Liczba wieńców pola stykowego wynosi od 3 do 8.

Szczotki wybieraków o polu stanowiącym 1/3 okręgu są trzyramienne, a wybieraków o polu półokrągłym — dwuramienne. Szczotka składa się z dwóch płaskich sprężyn, wykonanych z mosiądzu wysokoniklowego, obejmujących styk pola z obu stron (rys. 6.3). Połączenie szczotek z układem, w którym wybierak pracuje, jest dokonane za pomocą wydłużonych sprężyn zbiorczych. Szczotki są osadzone na obrotowym wałku, którego oś pokrywa się z osią wieńców stykowych i są od siebie oraz od

wałka izolowane za pomocą pierścieni izolacyjnych. Odpowiednią styczność szczotki ze stykami wieńca uzyskuje się dzięki obustronnemu obejmowaniu styków przez sprężyny szczotki oraz odpowiedniemu naciskowi (rzędu kilku dziesiątych niutona) tych sprężyn na styki. Naciski te nie mogą być zbyt małe, gdyż wówczas, styczność jest niepewna, ani zbyt duże, gdyż wskutek dużej siły tarcia, następuje przedwczesne zużycie styków pola.



Rys. 6.3. Szczotki wybieraka obrotowego krokowego z polem półokrągłym: *a*) szczotka dwuramienna; *b*) szczotka jednoramienna

1 — styk pola stykowego, *2* — sprężyna zbiorcza, *3* — szczotka, *4* — wałek obrotowy

Mechanizm napędowy wybieraka składa się z elektromagnesu oraz kotwicy zakończonej ramieniem, do którego jest umocowany przegubowo ząb przesuwacza, zapadający w uzębienie kółka zapadkowego. Kółko to jest umocowane do wałka, do którego również jest umocowany zespół szczotek.

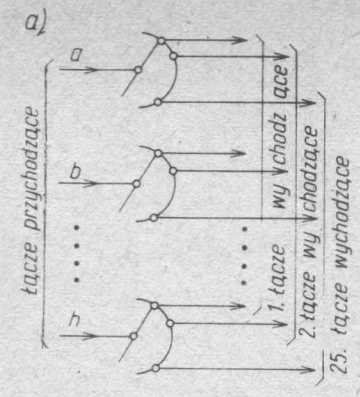
Po zamknięciu obwodu zwojnicy elektromagnesu kotwica zostaje przyciągnięta, dzięki czemu ząb przesuwacza przesunie kółko zapadkowe wraz z wałkiem i zespołem szczotek o kąt odpowiadający jednemu zębowi, co odpowiada przesunięciu szczotek z zespołu styków, na których znajdowały się ich końce, na zespół następny. Po przerwaniu obwodu kotwica, pod wpływem sprężyny zwrotnej, wróci do położenia spoczynkowego, co spowoduje zazębienie się zęba przesuwacza z następnym zębem kółka zapadkowego. Cofnięciu się wałka ze szczotkami zapobiega zapadka wsteczna.

Opisany rodzaj napędu nazywa się napędem bezpośrednim (rys. 6.2*a*). Inny rodzaj napędu, zwany napędem pośrednim (rys. 6.2*b*), polega na przesuwaniu wałka ze szczotkami, pod wpływem sprężyny zwrotnej, w czasie gdy kotwica wraca do położenia spoczynkowego. Wybieraki o napędzie pośrednim są sprawniejsze od wybieraków o napędzie bezpośrednim, gdyż mają charakterystykę mechaniczną bardziej dostosowaną do charakterystyki elektrycznej.

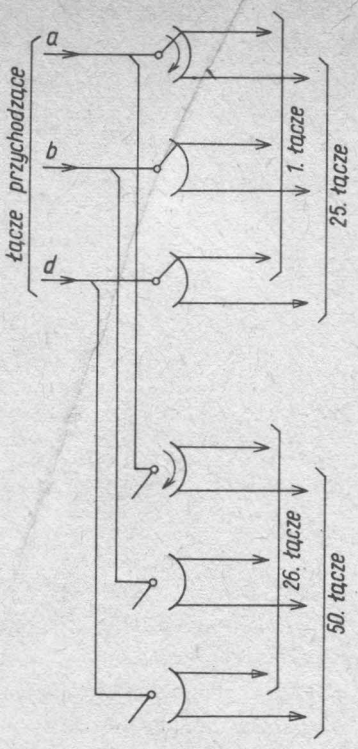
Opisany wybierak o napędzie pośrednim nosi nazwę wybieraka W-25. Ma on od 4 do 8 wieńców stykowych i tyleż dwuramiennych szczotek (rys. 6.4).

Gdy końce stykowe jednego zespołu ramion schodzą z ostatnich styków wieńców, to końce stykowe drugiego zespołu ramion wchodzą na pierwsze styki tychże wieńców, dzięki czemu unika się ruchu jałowego szczotek. Można jednakże umieścić na tulei dwa komplety szczotek jednoramiennych, przesuniętych względem siebie o kąt 180° (rys. 6.5).

Szczotki pierwszego kompletu przesuwają się po swojej części wieńców pola stykowego aż do osiągnięcia ostatnich styków pola, po czym szczotki drugiego kompletu przesuwają się po stykach swoich wieńców.



Rys. 6.4. Pole stykowe wybieraka obrotowego W-25 o 25 wyjściach



Rys. 6.5. Pole stykowe wybieraka obrotowego W-25 o 50 wyjściach

Do zespołu szczotek, traktowanych jako wejście (albo wyjście) wybieraka dołącza się łącze przychodzące (albo wychodzące), zaś do styków pola stykowego, traktowanych jako wyjścia (albo wejścia) — łącze wychodzące (albo przychodzące).

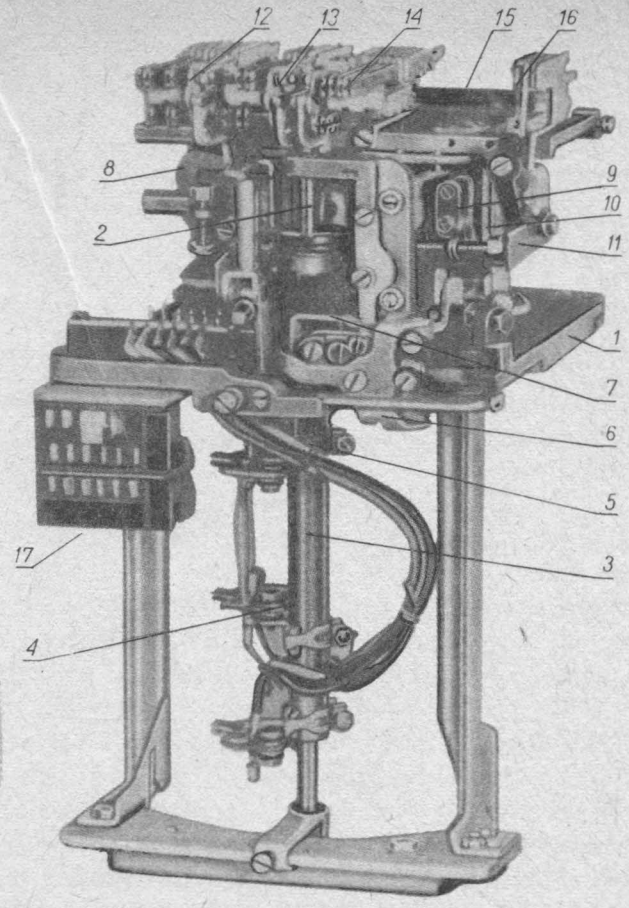
W pierwszym przypadku można dołączyć do pola stykowego 25 łączy ośmioprzewodowych, a w drugim — 50 łączy czteroprzewodowych. Dwukrotne zwiększenie dostępności, czyli liczby komutowanych łączy, zostało okupione dwukrotnym zmniejszeniem liczby przewodów w łączach dołączonych do wybieraka.

6.2.2. Wybierak skokowy podnosząco-obrotowy

Wybierak skokowy podnosząco-obrotowy jest wybierakiem dwuruchowym.

Podobnie jak wybierak skokowy obrotowy, wybierak podnosząco-obrotowy (rys. 6.6) składa się z:

a) pola stykowego,
b) zespołu szczotek,
c) mechnizmu napędowego,
d) zestyków przełączanych przy każdorazowym przyciągnięciu kotwicy, tzw. zestyków przy kotwicy albo przerywaczy,
e) zespołów zestyków przełączanych w określonym położeniu szczotek (zestyków czołowych).



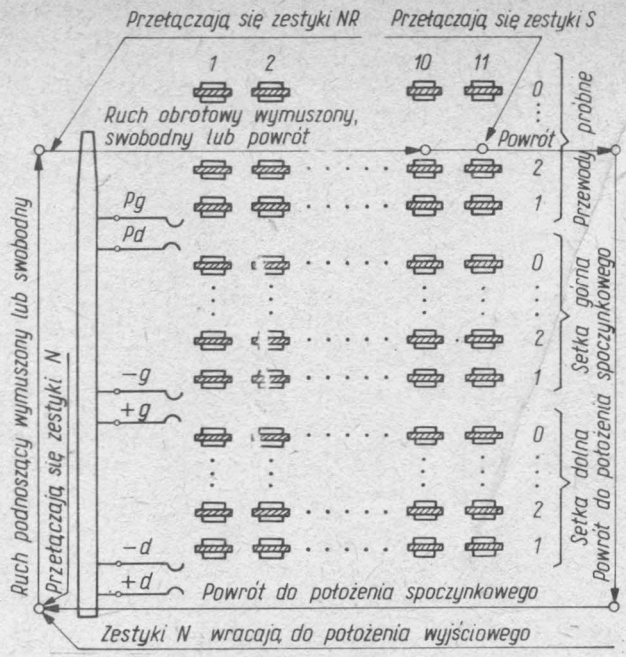
Rys. 6.6. Wybierak podnosząco-obrotowy 32A

1 — korpus, *2* — wałek, *3* — tuleja, *4* — szczotki poziome, *5* — piasta, *6* — zapadka wsteczna ruchu podnoszącego, *7* — zapadka wsteczna ruchu obrotowego, *8* — elektromagnes ruchu podnoszącego, *9* — elektromagnes ruchu obrotowego, *10* — kotwica elektromagnesu ruchu obrotowego, *11* — sprężyna zwrotna kotwicy elektromagnesu ruchu obrotowego, *12* — zespół zestyków *NR*, *13* — zespół zestyków *N*, *14* — zespół zestyków *S*, *15* — zespół zestyków specjalnego poziomu *NP*, *16* — przerywacz ruchu obrotowego, *17* — gniazdko probiercze

Pole stykowe najczęściej spotykane w polskiej sieci telefonicznej wybieraka podnosząco-obrotowego typu 32A, jest zazwyczaj zbudowane z 3 lub 4 tzw. **segmentów,** mających po 10 poziomów, z których każdy jest utworzony z 11 podwójnych styków, ułożonych w kształcie wieńców, zajmujących 1/3 okręgu koła.

Zespół segmentów pola stykowego tworzy powierzchnię cylindryczną, w osi której znajduje się stalowy nieruchomy wałek, na którym jest umieszczona ruchoma mosiężna tuleja z przymocowanymi do niej trzema albo czterema parami szczotek poziomych. Styki pola są wykonane w postaci wąskich podłużnych wycinków mosiężnych, które z jednej strony pola wystają, dzięki czemu mogą się po nich ślizgać końce stykowe szczotek, a po stronie przeciwnej są wyposażone w końcówki lutownicze.

Do pola stykowego wybieraka podnosząco-obrotowego można przyłączyć 200 łączy, dzięki temu, że stosuje się, jak już wspomniano, wieńce złożone z podwójnych



Rys. 6.7. Pole stykowe wybieraka podnosząco-obrotowego 32A

styków. W wieńcach tych styki są ułożone w dwóch warstwach (dolnej i górnej), izolowanych od siebie.

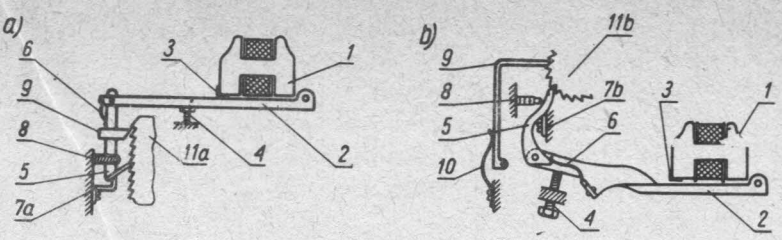
Dzięki temu wieniec ma 10 styków dolnych i 10 górnych, oraz 2 styki przeznaczone do celów sygnalizacyjnych (rys. 6.7).

Szczotki poziome wybieraka składają się z dwóch, odpowiednio ukształtowanych sprężyn wykonanych z mosiądzu wysokoniklowego lub innego, odpowiedniego materiału. Dla każdego segmentu pola przypada jeden zespół szczotek. Do połączenia szczotek z nieruchomymi punktami okablowania wybieraka służą giętkie, wytrzymałe na skręcenie, sznury.

Szczotki poziome wybieraków typu 32A są wykorzystywane w ten sposób, że dolna szczotka współpracuje z dolnymi rzędami styków, a górna — z górnymi. Należyty nacisk stykowy szczotek na styki zawdzięcza się, w dużej mierze, odpowiedniemu ich kształtowi. Nacisk ten wynosi normalnie ok. 0,5 N; stosowanie większych nacisków unika się, gdyż powodują one nadmierne zużywanie się styków pola.

Oprócz szczotek poziomych niektóre wybieraki typu 32A są wyposażone w **szczotki pionowe**, współpracujące ze specjalnym **polem pionowym**.

Szczotki wybieraka podnosząco-obrotowego, umocowane do ruchomej tulejki, są najpierw unoszone pionowo do góry, a następnie obracane w poziomych płaszczyznach, w których leżą wieńce stykowe, na wysokości których zostały ustawione. Oba ruchy szczotek odbywają się w sposób skokowy albo inaczej krokowy. W czasie ruchu pionowego końce stykowe szczotek znajdują się poza polem stykowym, a w czasie ruchu obrotowego ślizgają się po stykach pola, podobnie, jak to ma miejsce w wybieraku obrotowym.



Rys. 6.8. Mechanizmy napędowe wybieraka podnosząco-obrotowego 32A: *a*) mechanizm podnoszący; *b*) mechanizm obrotowy

1 — elektromagnes podnoszący (obrotowy), *2* — kotwica elektromagnesu, *3* — płytka niemagnetyczna, *4* — zderzak kotwicy, *5* — przesuwacz ruchu podnoszącego (obrotowego), *6* — sprężyna przesuwacza, *7a* — ramię oporowe, *7b* — płytka regulacyjna, *8* — wkręt regulacyjny, *9* — zapadka ruchu podnoszącego (obrotowego), *10* — sprężyna zapadki, *11a* — zębatka ruchu pionowego, *11b* — piasta

Do przenoszenia ruchu kotwic elektromagnesów (podnoszącego i obrotowego) na szczotki służą dwie zębatki umieszczone na tulejce, tworzące tzw. **zespół piasty** oraz specjalne przesuwacze związane z kotwicami elektromagnesów (rys. 6.8).

W czasie spoczynku przesuwacz pionowy jest zazębiony z zębatką pionową, a przesuwacz obrotowy i zapadka obrotowa znajdują się ponad piastą, z którą mogą się zazębiać dopiero po podniesieniu szczotek na wysokość pierwszego poziomu.

Pod wpływem impulsów prądu elektrycznego, otrzymywanych przez elektromagnes ruchu pionowego, zwany elektromagnesem podnoszącym, kotwica i związany z nią przesuwacz podnoszą piastę wraz ze szczotkami, za pomocą zębatki ruchu pionowego, na odpowiedni poziom, na którym jest ona podtrzymywana przez zębatkę wsteczną ruchu podnoszącego, zaskakującą pomiędzy zęby zębatki pionowej.

Wskutek ruchu podnoszącego piasty sprężyna zwrotna znajdująca się wewnątrz tulejki zostaje rozciągnięta.

W podobny sposób działa elektromagnes obrotowy. Połączony z jego kotwicą przesuwacz obraca piastę o kąt odpowiedni do liczby impulsów odebranych przez elektromagnes. Zapadka pionowa wychodzi wówczas z zazębienia z zębatką pionową, ale zespół piasty nie opada, gdyż nie pozwala na to tzw. płytka tarczy sterującej, która wchodzi pomiędzy zęby grzebienia (rys. 6.9). Sprężyna zwrotna zostaje dodatkowo skręcona wskutek obrotu piasty. Zapadka obrotowa zapobiega obróceniu się piasty w kierunku przeciwnym do kierunku ruchu szczotek.

Regulacja mechanizmu wybieraka podnosząco-obrotowego typu 32A polega głównie na regulacji ruchów kotwic, przesuwaczy oraz zapadek i jest dokonywana za pomocą:

a) zderzaków kotwic (podnoszącej i obrotowej), które ustalają maksymalny odstęp kotwic od rdzeni elektromagnesów,

b) ramienia oporowego i płytki regulacyjnej, które określają spoczynkowe położenie przesuwaczy,

c) śrub regulacyjnych przesuwaczy, określających ich maksymalne przesunięcia w czasie przyciągania kotwic.

W czasie powrotu szczotek wybieraka do położenia spoczynkowego piasta przesuwa szczotki poza 11-tą pozycję pola. W tym położeniu szczotek płytka tarczy sterującej nie opiera się już o grzebień. Pod działaniem własnego ciężaru oraz sprężyny zwrotnej piasta spada poniżej pierwszego poziomu styków. Następnie, pod działaniem sprężyny

zwrotnej, obraca się w kierunku ruchu wskazówek zegara, aż szczotki zajmą położenie spoczynkowe.

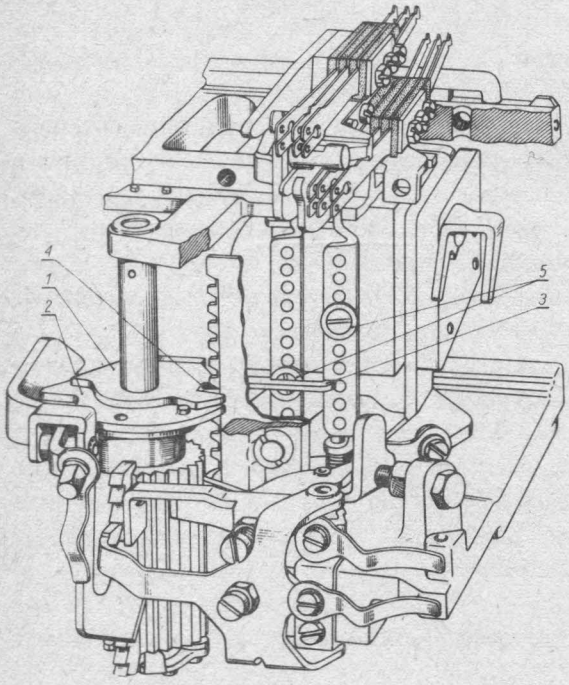
U wierzchołka zespołu piasty (rys. 6.9), oprócz płytki tarczy sterującej, znajduje się również tzw. tarcza sterująca, której zadaniem jest sterowanie zespołami **zestyków czołowych**, umieszczonych w górnej części wybieraka. Są to:

a) zestyki ruchu podnoszącego *N*, przełączane po wyjściu szczotek ze stanu spoczynku i pozostając w stanie przełączonym do momentu powrotu szczotek do tego stanu,

b) zestyki ruchu obrotowego *NR*, przełączane w chwili rozpoczynania przez szczotki ruchu obrotowego i wracające do stanu spoczynku po wyjściu szczotek poza 11-tą pozycję pola,

c) zestyki 11-tej pozycji *S*,

d) zestyki specjalnych poziomów *NPA* i *NPB*, przełączane w momentach osiągania przez szczotki określonych poziomów.



Rys. 6.9. Współdziałanie płytki i tarczy sterującej z grzebieniem

1 — płytka tarczy sterującej, *2* — tarcza sterująca, *3* — ramię uruchamiające dźwignie *NPA* i *NPB*, *4* — wycięcie płytki i tarczy sterującej, *5* — rolki poziomów specjalnych

Elektromagnesy wybieraka są wyposażone w zestyki o specjalnej konstrukcji, tzw. przerywacze, służące do napędu wybieraka. W czasie ruchu podnoszącego szczotki mogą wykonywać do 27 kroków na sekundę, a w czasie ruchu obrotowego — do 35 kroków na sekundę.

6.3. Zasady budowy i działania wybieraka zestykowego

Za pomocą wybieraków biegowych można rozwiązywać różnorodne zagadnienia komutacyjne, niemniej automatyczne łącznice telefoniczne, w których takie wybieraki zostały zastosowane, mają wady. Wybierak biegowy ma mechanizm napędowy, który

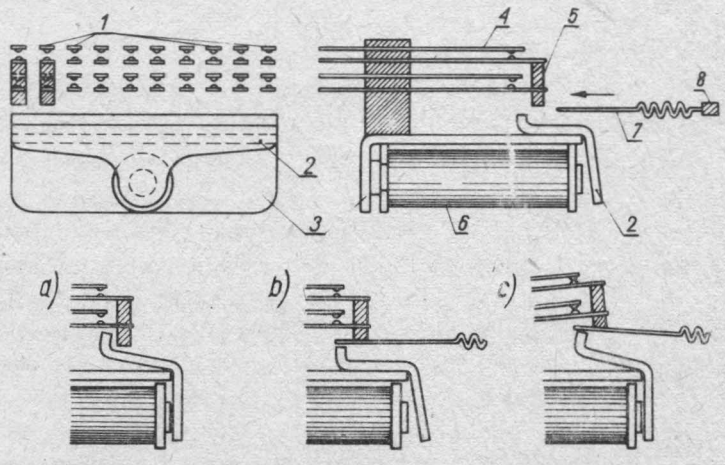
wskutek pracy rozregulowuje się i zużywa i dlatego łącznice zbudowane z takich wybieraków muszą być pod stałym nadzorem personelu, do którego zadań należy regulacja wybieraków i wymiana uszkodzonych części. Szczotki wybieraków biegowych są źródłem różnych uszkodzeń, gdyż ze względów konstrukcyjnych w większości wybieraków wykonuje się je zasadniczo z materiałów nieszlachetnych. Już dawno przekonano się, że zwłaszcza w obwodach rozmównych, zestyki wyposażone w styczki wykonane z metali szlachetnych mają lepsze właściwości, niż zestyki wykonane z metali nieszlachetnych. Styczki z metali szlachetnych mniej się utleniają i mają bardziej stałą rezystancję, co ma zasadniczy wpływ na wartość szumów powstających w obwodach rozmównych.

W łącznicach telefonicznych z wybierakami biegowymi styczki z metali szlachetnych są stosowane na ogół tylko w przekaźnikach telefonicznych, których zestyki w porównaniu ze szczotkami wybieraków, mają mniejszy udział w tworzeniu obwodów rozmównych. Wskutek tego najważniejszy obwód drogi połączeniowej ma najgorsze warunki pracy.

Ten stan rzeczy można poprawić tworząc obwód rozmówny wyłącznie z zestyków typu przekaźnikowego.

Praktyczną próbą takiego rozwiązania są łącznice przekaźnikowe, w których jedynym elementem komutacyjnym jest przekaźnik telefoniczny obojętny, a rozwiązaniem optymalnym są łącznice elektroniczne. Ponieważ jednak ze wzrostem pojemności łącznic przekaźnikowych znacznie wzrasta liczba zastosowanych przekaźników, przeto łącznice takie mają na ogół niewielką pojemność.

Bardziej ekonomicznym w stosunku do układów przekaźnikowych rozwiązaniem elementu komutacyjnego zestykowego jest **przekaźnik wielozestykowy** (rys. 6.10). Jest to, jak widać, przekaźnik elektromagnetyczny obojętny, wyposażony w pewną liczbę zespołów zestyków zwiernych, które tworzą pole zestykowe, oraz w jedną kotwicę.

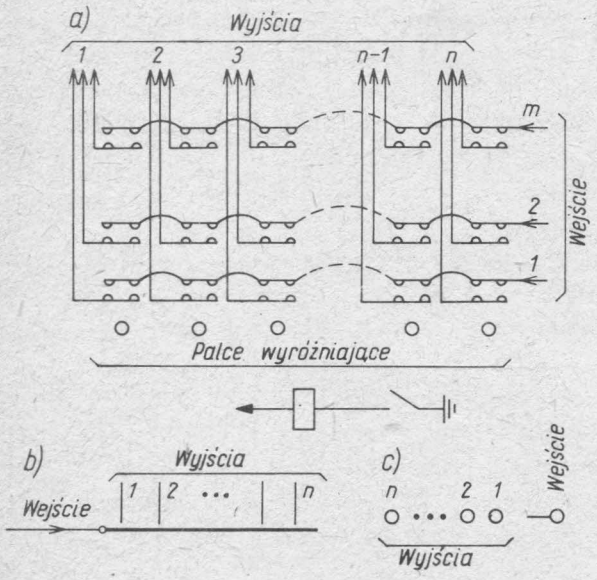


Rys. 6.10. Zasada budowy i działania elementu komutacyjnego zestykowego: *a*) palec wyróżniający nie ustawiony — kotwica przyciągnięta; *b*) palec wyróżniający ustawiony przed zespołem zestyków; *c*) palec wyróżniający ustawiony — kotwica przyciągnięta

1 — zespoły zestyków, *2* — kotwica, *3* — jarzmo, *4* — sprężyna stykowa, *5* — słupek podnoszący, *6* — cewka, *7* — palec wyróżniający, *8* — drążek

Aby uruchomić określony zespół zestyków należy między ramię kotwicy i zespół zestyków wprowadzić dodatkowy element, tzw. palec wyróżniający, a następnie spowodować przyciągnięcie kotwicy przez elektromagnes. Kotwica, naciskając ramieniem na palec wyróżniający, spowoduje uruchomienie zespołu zestyków. Po zwolnieniu kotwicy palec wyróżniający, dzięki sile sprężystości, usunie się spod zespołu zestyków, a zespół zestyków powróci do stanu spoczynku.

Ponieważ każdemu zespołowi zestyków jest przydzielony indywidualny palec wyróżniający, przeto można wyznaczać do pracy każdy zespół zestyków i dzięki temu dokonywać komutacji łączy (rys. 6.11).



Rys. 6.11. Pole komutacyjne zestykowe: *a*) postać szczegółowa; *b*) postać uproszczona; *c*) postać symboliczna (metoda „ptaszkowa")

Odpowiadające sobie sprężyny stykowe stałe wszystkich zespołów zestyków są ze sobą połączone i stanowią wejście (względnie wyjście) układu, a zespoły sprężyn ruchomych jego wyjścia (względnie wejścia). Komutacja wejścia z określonym wyjściem (ewentualnie wyjścia z określonym wejściem) przebiega tak, jak to już opisano na wstępie.

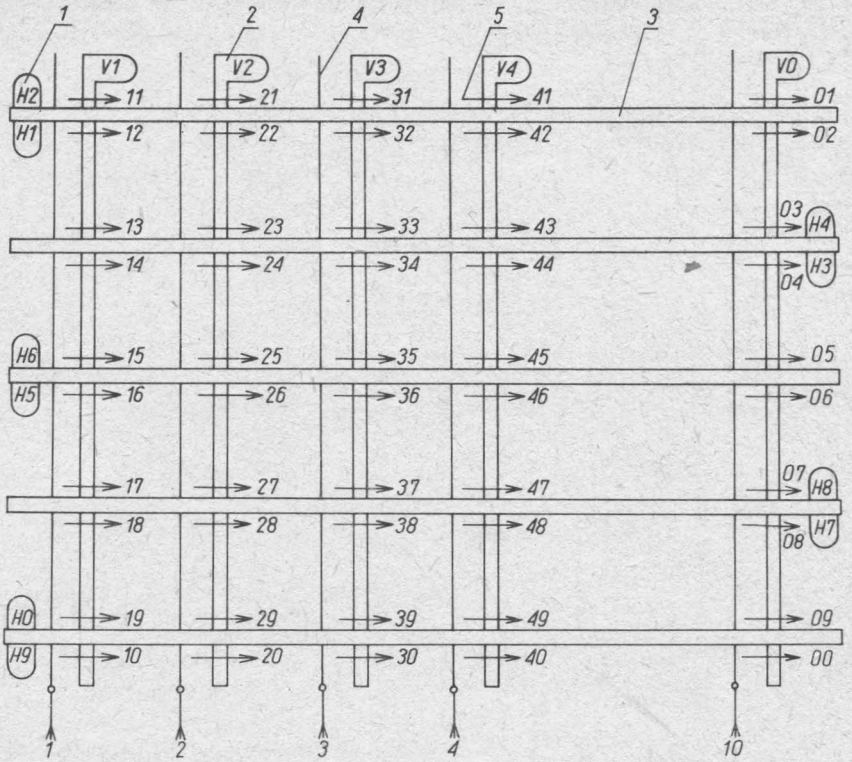
Dobierając odpowiednią liczbę zespołów przekaźnika oraz odpowiednią liczbę zestyków w zespołach uzyskuje się użyteczny element komutacyjny zastępujący z powodzeniem poznany już wybierak biegowy jednoruchowy, a mający nad nim znaczną przewagę w postaci zestyków, które mają styczki z metali szlachetnych, prostego układu napędowego o dużej szybkości działania, możliwości komutowania łączy o dużej liczbie przewodów.

Wadą opisanego elementu komutacyjnego jest konieczność wyposażenia każdego z nich w oddzielny zespół palców wyróżniających oraz układ do sterowania nimi. Jeżeli jednak zastosuje się dla pewnej liczby elementów wspólne sterowanie palcami wyróżniającymi, to opisana wada zostanie w znacznej mierze usunięta.

Na takiej zasadzie są zbudowane wybieraki krzyżowe (rys. 6.12).

6.4. Wybierak krzyżowy systemu Pentaconta

Wybierak krzyżowy składa się z pewnej liczby, np. 10, przekaźników wielozestykowych, zwanych **mostkami**, umieszczonych na wspólnej ramie. Każdy mostek ma pewną liczbę zespołów zestyków, np. 10. Charakterystyczną cechą pola zestykowego mostków jest zastąpienie stałych sprężyn stykowych ciągłymi szynami stykowymi.



Rys. 6.12. Zasada budowy wybieraka krzyżowego

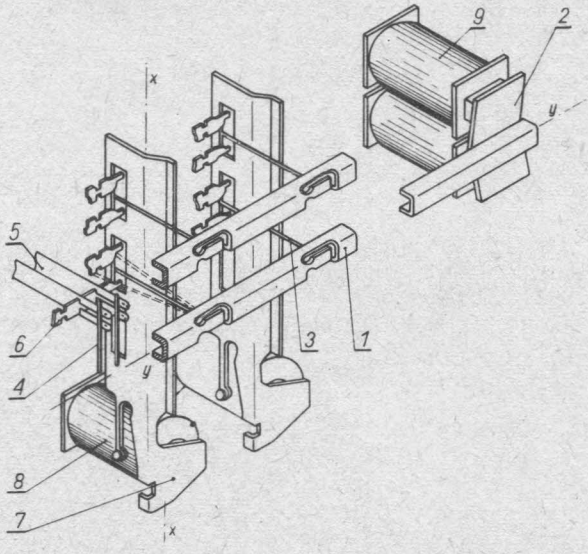
1 — kotwica elektromagnesu drążkowego, *2* — kotwica elektromagnesu mostkowego, *3* — drążek wyróżniający, *4* — szyny stykowe, *5* — sprężyny stykowe

Palce wyróżniające przynależne do poszczególnych mostków są umieszczone na poziomych **drążkach sterujących**, umieszczonych prostopadle do osi mostków. Na drążku znajduje się tyle palców, ile jest mostków w wybieraku. Do sterowania drążkami zastosowano specjalne elektromagnesy sterujące zwane drążkowymi, przy czym do każdego drążka są umocowane kotwice dwóch elektromagnesów. Dzięki temu palce wyróżniające, umieszczone na drążku, obsługują dwa, sąsiadujące z sobą poziomy zespołów zestyków znajdujące się w mostkach wybieraka.

Uruchomienie określonego zespołu zestyków wybieraka wymaga uruchomienia odpowiedniego elektromagnesu drążkowego, odpowiadającego poziomowi zespołów zestyków, w którym znajduje się zespół żądany, a następnie uruchomienie tego elektromagnesu mostkowego, do pola zestykowego którego dany zespół zestyków należy. Po uruchomieniu w ten sposób żądanego zespołu zestyków elektromagnes drążkowy

zwalnia kotwicę i drążek sterujący wraca do położenia spoczynkowego, natomiast elektromagnes mostkowy podtrzymuje kotwicę i utrzymuje żądany zespół zestyków w stanie przełączonym. Powrót tego zespołu zestyków do stanu spoczynku następuje po odłączeniu napięcia od elektromagnesu mostkowego, wskutek czego zwalnia on kotwicę.

Mechanizm wyróżniający zastosowany do uruchamiania zespołów zestyków pola zestykowego jednego z nowoczesnych wybieraków krzyżowych, a mianowicie wybieraka Pentaconta, przedstawiono na rys. 6.13.



Rys. 6.13. Mechanizm wyróżniający wybieraka krzyżowego Pentaconta

1 — drążek, *2* — kotwica elektromagnesu drążkowego, *3* — palec wyróżniający, *4* — szyna stykowa, *5* — sprężyna stykowa, *6* — grzebień podnoszący, *7* — kotwica elektromagnesu mostkowego, *8* — elektromagnes mostkowy, *9* — elektromagnes drążkowy

Po przyciągnięciu kotwicy przez jeden z elektromagnesów drążkowych, drążek sterujący połączony z tą kotwicą obraca się, dzięki czemu jego palce wyróżniające odchylają się odpowiednio w górę lub w dół w stosunku do swojego położenia spoczynkowego. Kierunek odchylenia palców zależy od tego, która kotwica drążka została przyciągnięta przez elektromagnes. Odchylone palce wyróżniające ustawiają się pod wycięciami grzebieni podnoszących zespołów zestyków; w każdym mostku zostaje wyznaczony w ten sposób jeden zespół zestyków należący do wyznaczonego poziomu.

Po wyznaczeniu poziomu zestyków jeden z elektromagnesów mostkowych przyciąga kotwicę, której wydłużone ramię podnosi się i naciska na palce wyróżniające drążków. Dzięki temu palec wyróżniający, ustawiony pod wycięciem grzebienia podnoszącego, podnosi ten grzebień, natomiast pozostałe palce, należące do drążków będących w stanie spoczynku, nie czynią tego. Grzebień podnoszący podnosi zespół sprężyn ruchomych zespołu zestyków do momentu, kiedy oprą się one styczkami o szyny stykowe.

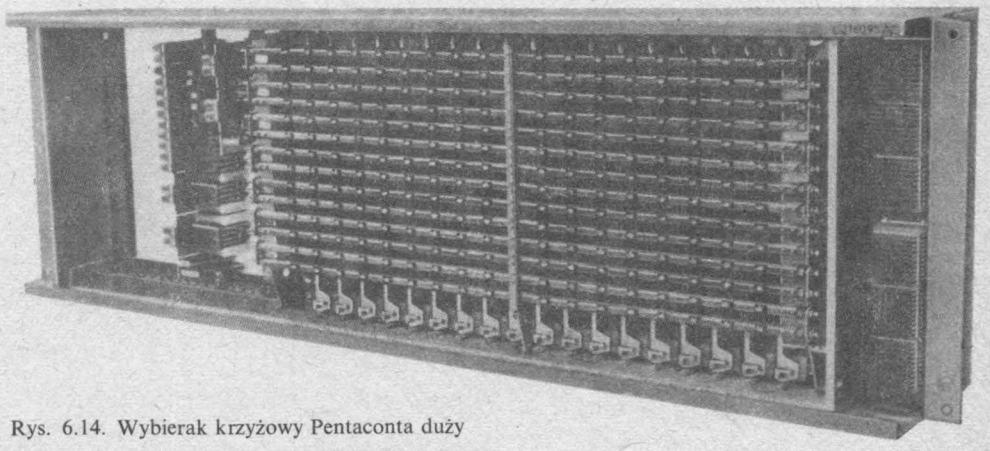
Wtedy elektromagnes drążkowy zwalnia kotwicę, która wraca do położenia

spoczynkowego. Razem z kotwicą wraca do położenia spoczynkowego drążek i palce wyróżniające, z wyjątkiem jednego, a mianowicie tego, który został wykorzystany do uruchomienia zespołu zestyków. Tak długo, jak długo kotwica elektromagnesu mostkowego będzie przyciągnięta, palec ten będzie uwięziony między ramieniem kotwicy a grzebieniem podnoszącym, zapewniając w ten sposób pozostawanie zespołu zestyków w stanie przełączonym.

Po zwolnieniu kotwicy przez elektromagnes mostkowy palec wyróżniający zostaje uwolniony i wraca do położenia spoczynkowego. Zespół sprężyn ruchomych zespołu zestyków wraz z grzebieniem podnoszącym również wracającą do położenia spoczynkowego.

Działające na opisanej zasadzie wybieraki krzyżowe Pentaconta, występują w dwóch zasadniczych odmianach:

a) jako tzw. wybieraki duże, mające 14 drążków sterujących i od 8 do 22 mostków (rys. 6.14);



Rys. 6.14. Wybierak krzyżowy Pentaconta duży

b) jako tzw. wybieraki małe, mające 7 drążków i 10 lub 12 mostków.

Głównymi częściami składowymi wybieraka krzyżowego Pentaconta są mostki i drążki sterujące, umieszczone w stalowej ramie, w której umieszcza się również układ sterujący wybieraka, złożony z przekaźników okrągłych i owalnych.

Mostek wybieraka krzyżowego Pentaconta składa się z kotwicy, elektromagnesu mostkowego, zespołu sprężyn oraz zespołu szyn stykowych, tworzących pole zestykowe mostka i zespołu zestyków czołowych, przełączanych przez kotwicę mostka.

Sprężyny stykowe pola są wykonane z mosiądzu wysokoniklowego. Do ich końców są przyspawane bliźniacze styczki:

— ze stopu srebra i palladu (Ag70Pd30) — dla zestyków komutujących obwód rozmówny;

— ze srebra — dla zestyków komutujących inne obwody.

Szyny stykowe są wykonane w formie mosiężnych prętów o przekroju prostokątnym; powierzchnie szyn współpracujące ze styczkami sprężyn stykowych są pokryte stopem srebra i palladu albo czystego srebra.

Końce montażowe sprężyn stykowych są przystosowane do wykonywania wielokrocia przewodem izolowanym.

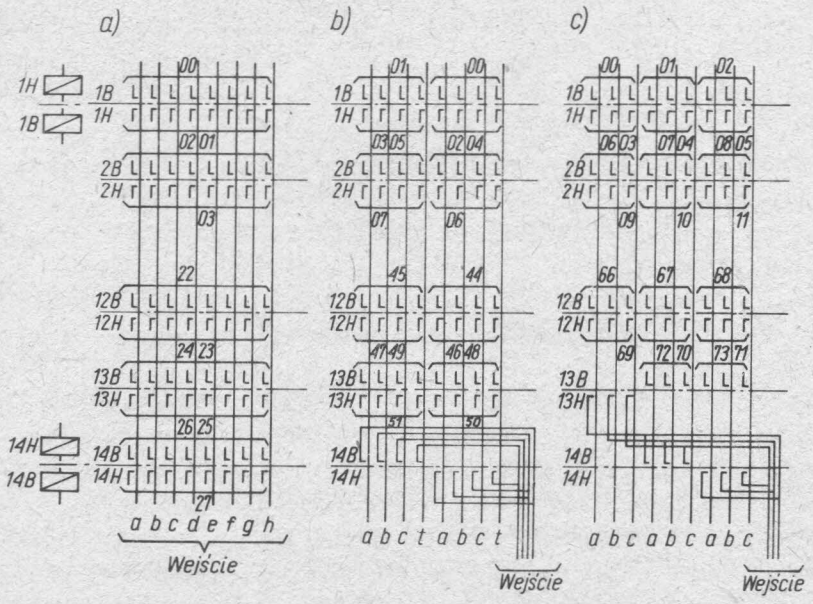
Wybieraki krzyżowe Pentaconta odznaczają się dużą trwałością poszczególnych elementów składowych, która wynosi 10^6 zadziałań dla mostka i 40×10^6 zadziałań dla drążka. Czas przyciągania kotwic przez elektromagnesy wynosi ok. 30 ms, a czas zwalniania — ok. 10 ms.

Regulacja wybieraków krzyżowych Pentaconta polega głównie na:
— właściwym ustawieniu ramion kotwic mostków i grzebieni podnoszących, zapewniających uruchomienie zespołów zestyków pola zestykowego;
— ustaleniu właściwego skoku grzebieni podnoszących;
— ustawieniu drążków w położeniu środkowym;
— ustawieniu palców wyróżniających w położeniu środkowym między grzebieniami podnoszącymi.

Pole zestykowe mostka wybieraka krzyżowego Pentaconta składa się z szyn stykowych, których jest 6, 8, 9 lub 10 oraz zespołów sprężyn stykowych, których jest 14 lub 28, zależnie od liczby drążków sterujących.

Liczba sprężyn stykowych w zespołach jest równa liczbie szyn stykowych. Do szyn stykowych, które są traktowane jako wejście mostka, dołącza się np. łącze przchodzące, zaś do sprężyn stykowych zespołów, traktowanych jako wyjścia — np. łącza wychodzące.

W przypadku wybieraka krzyżowego o 14 drążkach sterujących można dołączyć do pola zestykowego 28 łączy o liczbie przewodów, równej liczbie szyn stykowych (rys. 6.15*a*). Zwiększenie dostępności, czyli liczby dołączonych łączy uzyskuje się najczęściej metodami tzw. podwojenia i potrojenia. Pierwszy z nich polega na wykorzystaniu



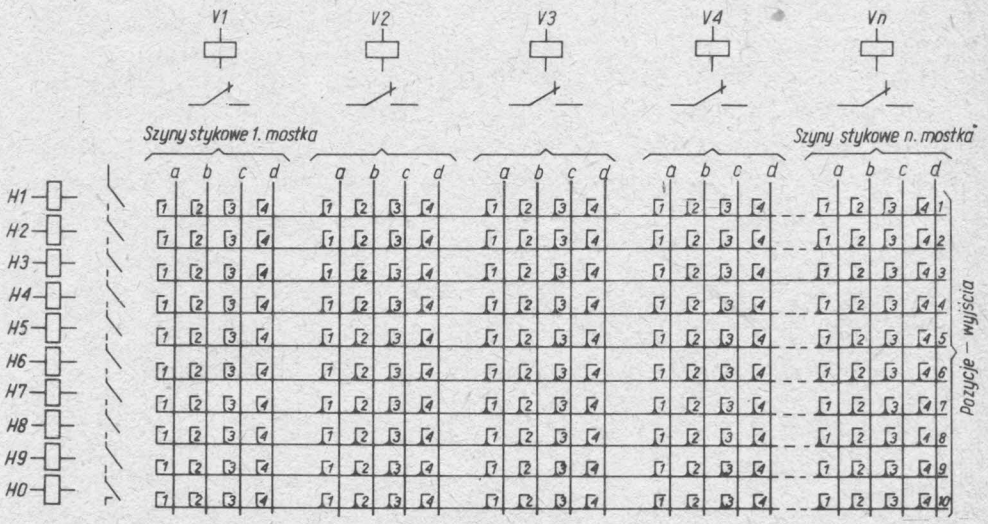
Rys. 6.15. Pole zestykowe mostka wybieraka krzyżowego Pentaconta: *a*) pole proste; *b*) pole o podwojonej pojemności; *c*) pole o potrojonej pojemności

ostatniego drążka sterującego (14-go lub 7-go) i odpowiadających im zespołów zestyków do zapewnienia dostępu do dwóch części pola; metoda druga natomiast — na wykorzystaniu do tego celu ostatniego i częściowo przedostatniego drążka sterującego (rys. 6.15*b* i *c*).

W przypadku podwojenia pojemności mostka wykorzystuje się 13 (lub 6) drążków do wyznaczania zespołów zestyków, a drążek 14-ty (lub 7-my) pełni rolę tzw. drążka podziałowego. Dzięki takiemu rozwiązaniu mostek ma 52 (lub 24) wyjścia, tzn. prawie 2 razy więcej, niż mostek o polu prostym, natomiast liczba przewodów komutowanych zmniejszyła się dwukrotnie.

W przypadku potrojenia pojemności mostka do wyznaczania zespołów zestyków wykorzystuje się 12 drążków i jedno położenie 13-go drążka, natomiast drugie położenie tego drążka oraz drążek 14-ty wykorzystuje się do podziału pola zestykowego na trzy części. Liczba wyjść mostka wynosi 74, tj. prawie 3 razy więcej niż liczba wyjść mostka o polu prostym, natomiast liczba przewodów komutowanych jest 3 razy mniejsza.

Wyjścia mostków, spełniających w układzie komutacyjnym te same zadania, są zwielokrotnione w sposób pokazany na rys. 6.16.



Rys. 6.16. Wielokrocie poziome (wzdłuż drążków) wybieraka krzyżowego

Przedstawione wielokrocie nazywa się wielokrociem poziomym albo drążkowym z powodu ułożenia przewodów wielokrocia równolegle do poziomych drążków sterujących. Wielokrocie może obejmować najmniej dwa mostki, a najwięcej — do kilkudziesięciu mostków, umieszczonych w kilku wybierakach.

Sposób, w jaki przedstawiono wybierak krzyżowy na rys. 6.16, jest rzadko stosowany w schematach urządzeń telekomunikacyjnych, gdyż jest bardzo szczegółowy i nie zawsze wskutek tego możliwy do zastosowania. Stosuje się więc różne sposoby uproszczone, które, dzięki rezygnacji z niektórych szczegółów, umożliwiają znaczne

zmniejszenie i uproszczenie schematów oraz czynią je bardziej komunikatywnymi (rys. 6.1 i 6.11).

Pierwszy ze sposobów nawiązuje do budowy pola zestykowego i wykorzystuje w przypadku mostków krzyżujące się linie pionowe i poziome. Linie pionowe odpowiadają wejściom mostków, zaś linie poziome — wyjściom. Drugi sposób polega na zastosowaniu dwóch znaków: kółka z kreską („ptaszka") oraz kółka bez kreski. Kółko oznacza wejście mostka, zaś kreska z boku — kierunek zwielokrotnienia. Ten ostatni symbol można stosować także w odniesieniu do wybieraków biegowych. Wyjścia mostka przedstawia się w postaci kółek bez kresek, leżących na linii prostej, stanowiącej przedłużenie kreski.

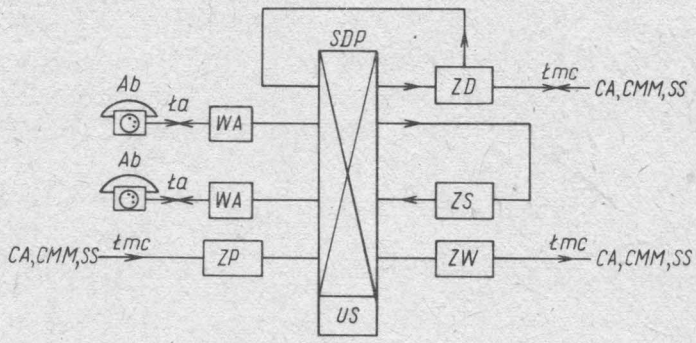
7. Wiadomości ogólne o automatycznych łącznicach telefonicznych elektromechanicznych

7.1. Układ blokowy automatycznej łącznicy telefonicznej elektromechanicznej

Automatyczna łącznica telefoniczna jest to taka łącznica, w której zestawianie połączeń odbywa się automatycznie, odpowiednio do numeru abonenta żądanego, wybieranego przez abonenta wywołującego.

Podstawowe wyposażenie łącznicy (rys. 7.1) można podzielić w zależności od spełnianych przez nie zadań, na

a) **sieć dróg połączeniowych,**
b) **urządzenia sterujące,**
c) **wyposażenie liniowe.**



Rys. 7.1. Układ blokowy automatycznej łącznicy telefonicznej

Ab — aparat abonencki, *Ła* — łącze abonenckie, *Łmc* — łącze międzycentralowe, *SDP* — sieć dróg połączeniowych, *US* — urządzenia sterujące, *WA* — wyposażenie abonenckie, *ZD* — zespół dwukierunkowy, *ZP* — zespół przyjściowy, *ZS* — zespół sznurowy, *ZW* — zespół wyjściowy, *SS* — służby specjalne

Siecią dróg połączniowych nazywa się wyposażenie komutacyjne łącznicy służące do tworzenia dróg połączeniowych między łączami, przyłączonymi do niej.

Sieć dróg połączeniowych jest utworzona z elementów komutacyjnych w taki sposób, że umożliwia utworzenie drogi połączeniowej między każdą parą łączy do niej przyłączonych, jeżeli jest to dla nich przewidziane. Drogi połączeniowe są tworzone na podstawie sygnałów sterujących, odbieranych od abonentów lub od współpracujących central i utrzymywane tak długo, jak długo trwają połączenia dokonane dzięki nim.

Do sterowania elementami komutacyjnymi, tworzącymi sieć dróg połączeniowych

łącznicy, służą urządzenia sterujące, związane z nimi w odpowiedni sposób. Urządzenia sterujące odbierają sygnały sterujące i uruchamiają elementy sieci dróg połączeniowych w taki sposób, aby utworzyć żądaną drogę połączeniową, po czym zostają zwolnione.

Łącza przyłączone do sieci dróg połączeniowych dzielą się na:

a) Łącza abonenckie, za pomocą których są przyłączone do łącznicy aparaty telefoniczne lub urządzenia im równoważne;

b) łącza międzycentralowe, za pomocą których dana łącznica jest połączona z innymi łącznicami.

Łącza abonenckie są łączami dwukierunkowymi, gdyż służą do zestawiania zarówno połączeń wychodzących, inicjowanych przez abonentów, jak i połączeń przychodzących, kierowanych do abonentów.

Łącza międzycentralowe mogą być jednokierunkowe (wychodzące i przychodzące) albo dwukierunkowe. Łącza wychodzące służą do obsługi ruchu wychodzącego do innych łącznic, a łącza przychodzące — ruchu przychodzącego od tych łącznic. Łącza dwukierunkowe obsługują zarówno ruch wychodzący, jak i przychodzący.

Łącza przyłączone do łącznicy mają swoje indywidualne wyposażenie zwane wyposażeniem liniowym. W przypadku łączy abonenckich są to zespoły wyposażenia abonenckiego, a w przypadku łączy międzycentralowych — zespoły wyjściowe i zespoły przyjściowe (łącza jednokierunkowe) albo zespoły dwukierunkowe (łącza dwukierunkowe). Łącza łączące z sobą odpowiednie fragmenty sieci dróg połączeniowych są wyposażone w zespoły liniowe, które nazywają się zespołami sznurowymi.

Zadaniem zespołów liniowych jest odbiór sygnałów sterujących, przychodzących od aparatów telefonicznych lub współpracujących łącznic i przekazywanie ich do wyposażenia sterującego łącznicy oraz wysyłanie lub pośrednictwo w wysyłaniu sygnałów sterujących i informacyjnych do aparatów telefonicznych i współpracujących łącznic, wynikających z procesów odbywających się w łącznicy w czasie zestawiania połączenia; do zadań niektórych zespołów należy również dokonywanie zaliczania połączeń telefonicznych oraz zasilanie aparatów w czasie trwania połączenia, czuwanie nad stanem drogi połączeniowej i rozłączenie jej po zakończeniu połączenia.

7.2. Klasyfikacja automatycznych łącznic telefonicznych elektromechanicznych

Klasyfikacja automatycznych łącznic telefonicznych może być dokonana na podstawie różnorodnych przesłanek; przeważnie jako kryteria podziału przyjmuje się:

a) wielkość łącznicy,

b) przeznaczenie łącznicy,

c) rodzaj elementów komutacyjnych zastosowanych do zestawiania drogi połączeniowej,

d) przyjęty system zestawiania drogi połączeniowej.

Pod względem wielkości łącznice telefoniczne dzielą się na łącznice małej (od 10 do

150 NN), średniej (od 50 do 800 NN) i dużej pojemności (powyżej 800 NN), w zależności od liczby przyłączonych łączy.

Z punktu widzenia przeznaczenia rozróżnia się automatyczne łącznice telefoniczne miejscowe miejskie i wiejskie, międzymiastowe i międzynarodowe oraz abonenckie.

Jak powiedziano wcześniej łącznica telefoniczna stanowi główny element składowy centrali telefonicznej, a zatem łącznica miejska będzie stanowiła zasadniczą część centrali miejskiej, łącznica międzymiastowa — centrali międzymiastowej itd. Stosownie do rodzaju centrali, w budowie łącznicy telefonicznej są uwzględnione odpowiednie wymagania techniczne, wynikające z zadań i sposobu pracy danej centrali telefonicznej.

Z punktu widzenia elementów komutacyjnych, zastosowanych do tworzenia drogi połączeniowej oraz rozwiązania urządzeń sterujących rozróżniamy łącznice systemów elektromechanicznych i łącznice systemów elektronicznych.

W łącznicach systemów elektromechanicznych, zwanych również elektromagnesowymi, elementy komutacyjne, zastosowane do budowy sieci dróg połączeniowych, są sterowane w czasie zestawiania drogi połączeniowej za pomocą przekaźników. Do elementów tych należą poznane już wybieraki elektromechaniczne biegowe (skokowe i o ciągłym ruchu szczotek) oraz zestykowe (krzyżowe i przekaźnikowe). W łącznicach systemów elektronicznych zarówno sterowanie, jak i zestawianie drogi połączeniowej odbywa się za pomocą układów elektronicznych.

Sieć dróg połączeniowych łącznic systemów elektromechanicznych jest utworzona ze stopni komutacyjnych.

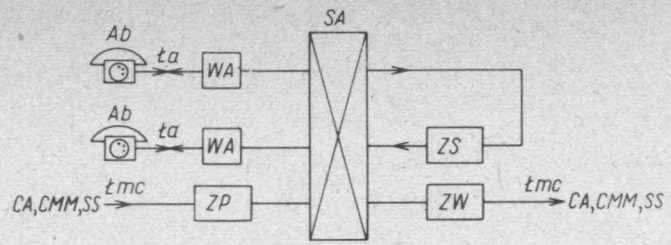
Stopniem komutacyjnym nazywa się zespół równorzędnych pod względem funkcjonalnym urządzeń komutacyjnych, których zadaniem jest zestawianie określonego odcinka drogi połączeniowej. W zależności od rodzaju elementów komutacyjnych, użytych do budowy stopnia, urządzeniami tymi będą albo tzw. organy komutacyjne (w przypadku wybieraków biegowych) albo bloki komutacyjne (w przypadku wybieraków zestykowych krzyżowych).

Łącza te (abonenckie i międzycentralowe) są przyłączane do charakterystycznych punktów **organów** i **bloków komutacyjnych** stopnia, zwanych wejściami i wyjściami. Jako wejście organu lub bloku uważa się na ogół zbiór punktów, do których jest przyłączone łącze przychodzące, zaś jako wyjście — zbiór punktów, do którego jest przyłączone łącze wychodzące.

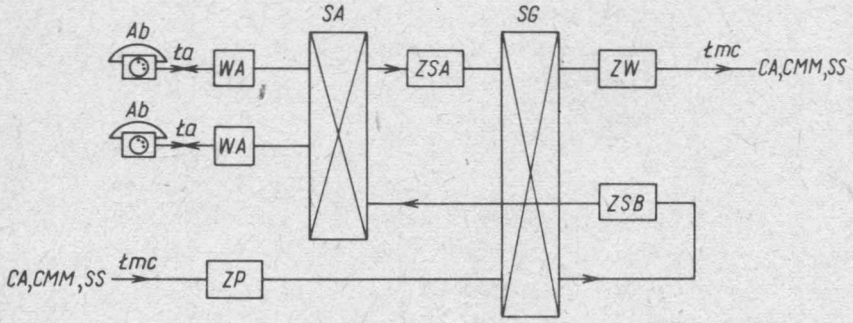
Z organów komutacyjnych danego rodzaju tworzy się zazwyczaj grupy organów, których zadaniem jest obsługa grup łączy. Podobne zadanie spełniają bloki komutacyjne, obsługujące również grupy łączy o określonej wielkości.

Wielkość **grupy łączy abonenckich** jest uzależniona od wielu względów, m. in. od pojemności pola komutacyjnego organów komutacyjnych, użytych do budowy stopni komutacyjnych, sposobu budowy bloku komutacyjnego itp.

W przypadku łącznicy telefonicznej o pojemności równej wielkości grupy łączy abonenckich zestawienie drogi połączeniowej może być dokonywane wyłącznie w obrębie stopnia komutacyjnego, zwanego **stopniem abonenckim** (rys. 7.2). Jeżeli jednak liczba łączy przyłączonych do łącznicy przekracza wielkość jednej grupy łączy abonenckich, zachodzi potrzeba zastosowania w łącznicy dodatkowego stopnia zwa-



Rys. 7.2. Automatyczna łącznica telefoniczna systemu elektromechanicznego bez stopnia grupowego
SA — stopień abonencki



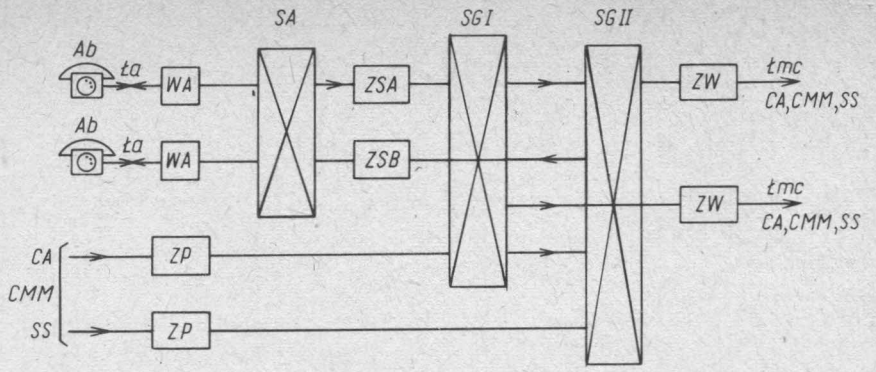
Rys. 7.3. Automatyczna łącznica telefoniczna systemu elektromechanicznego ze stopniem grupowym
SG — stopień grupowy, *ZSA* — zespół sznurowy — część *A*, *ZSB* — zespół sznurowy — część *B*

nego stopniem grupowym (rys. 7.3), który rozdziela ruch telefoniczny między określone grupy organów komutacyjnych albo bloki komutacyjne stopnia abonenckiego oraz współpracujące łącznice.

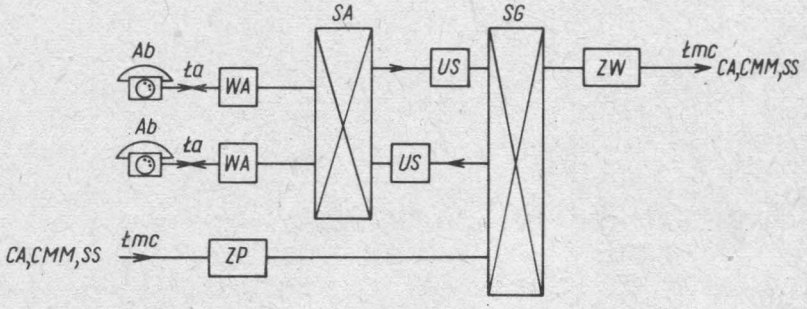
W tym celu **stopień grupowy** jest połączony za pomocą łączy międzystopniowych ze stopniem abonenckim, a jego organy komutacyjne albo bloki komutacyjne realizują odcinek drogi połączeniowej, łączący z sobą odcinki tej drogi, realizowane w obrębie stopnia abonenckiego.

W łącznicach telefonicznych o dużej pojemności, w których grupy organów komutacyjnych albo bloki komutacyjne obsługują niewielkie grupy łączy abonenckich i liczba tych grup jest wskutek tego duża, a także w łącznicach, w których organy komutacyjne albo bloki komutacyjne stopnia grupowego mają ograniczone możliwości rozdziału ruchu telefonicznego, jeden stopnień grupowy może okazać się niewystarczający. Stosuje się wówczas więcej stopni grupowych (dwa, trzy i więcej), połączonych kaskadowo, które rozdzielają ruch telefoniczny stopniowo na coraz to mniejsze strumienie. Ostatni w kolejności stopień grupowy rozdziela ruch między grupy łączy abonenckich, obsługiwane przez grupy organów komutacyjnych albo bloki komutacyjne stopnia abonenckiego (rys. 7.4).

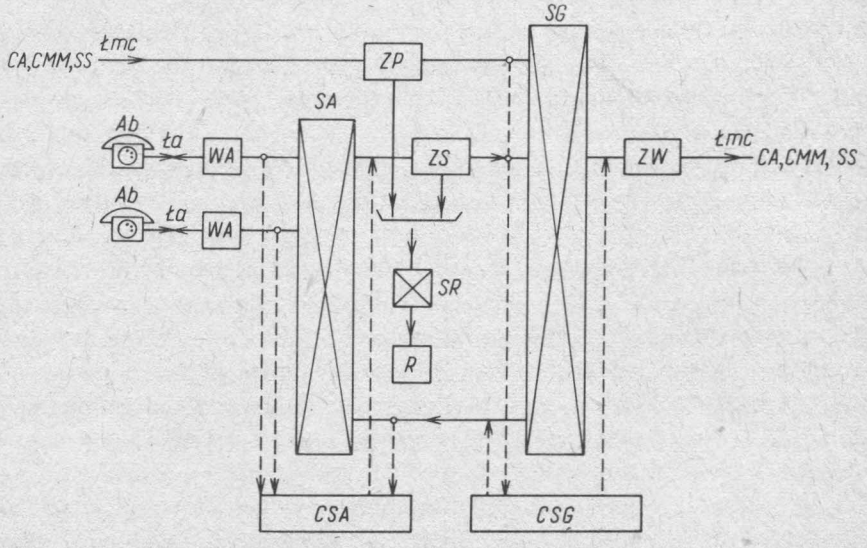
Zestawienie drogi połączeniowej w obrębie automatycznej łącznicy telefonicznej jest dokonywane na podstawie sygnałów sterujących, wysyłanych przez abonenta wywołującego i może odbywać się w sposób bezpośredni (rys. 7.5) albo pośredni (rys. 7.6 i rys. 7.7).



Rys. 7.4. Automatyczna łącznica telefoniczna systemu elektromechanicznego z kilkoma stopniami grupowymi

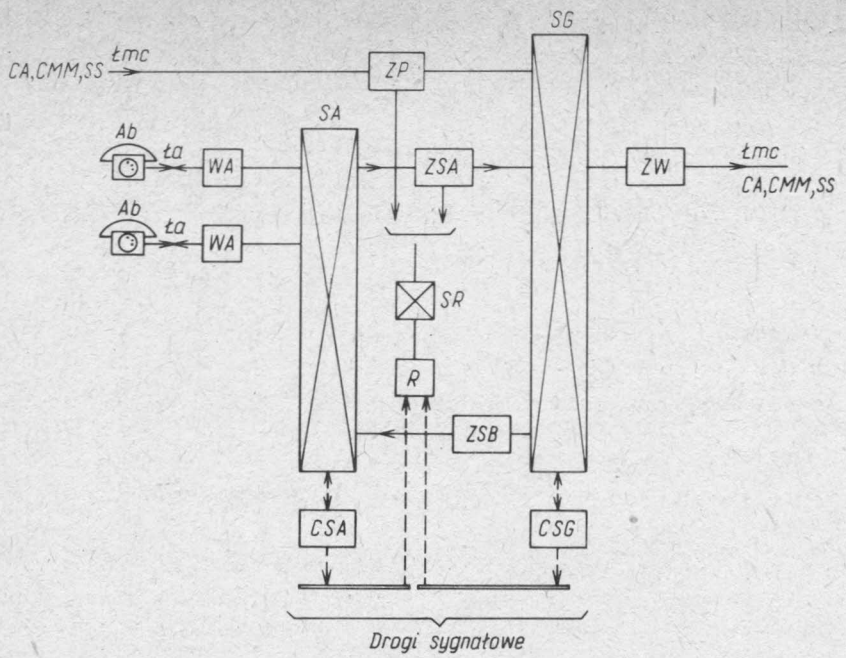


Rys. 7.5. Automatyczna łącznica telefoniczna o sterowaniu bezpośrednim



Rys. 7.6. Automatyczna łącznica telefoniczna o sterowaniu pośrednim rejestrowo-cechownikowym; współpraca rejestru z cechownikiem za pośrednictwem drogi połączeniowej

CSA — cechownik bloku stopnia abonenckiego, *CSG* — cechownik bloku stopnia grupowego



Rys. 7.7. Automatyczna łącznica telefoniczna o sterowaniu pośrednim rejestrowo-cechownikowym; współpraca rejestru z cechownikiem za pośrednictwem drogi sygnałowej

Stopnie komutacyjne automatycznych łącznic telefonicznych przystosowanych do bezpośredniego sterowania są z reguły zbudowane z wybieraków skokowych o dziesiętnym układzie pola stykowego. Każdemu wybierakowi przydzielony jest indywidualny układ sterujący, złożony głównie z przekaźników telefonicznych. Wybierak wraz z układem sterującym tworzą organ komutacyjny, którego zadaniem jest odbiór sygnałów sterujących od abonenta wywołującego i wykorzystanie ich do utworzenia odcinka drogi połączeniowej w obrębie danego stopnia.

W nowoczesnych łącznicach telefonicznych elektromechanicznych o sterowaniu pośrednim stopnie komutacyjne są zbudowane z bloków komutacyjnych utworzonych z wybieraków krzyżowych. Blokom tym przydziela się zespoły sterujące zwane cechownikami.

Sygnały wybiercze, określające numer abonenta żądanego, nadawane przez abonenta wywołującego, są odbierane w całości przez specjalny organ sterujący zwany **rejestrem**, który przyłącza się do początkowego odcinka drogi połączeniowej za pomocą pomocniczego stopnia komutacyjnego. Rejestr przechowuje odebrany numer w układzie pamięciowym a następnie przekazuje do **cechowników blokowych** stopni komutacyjnych poszczególne części tego numeru wykorzystując do tego celu drogę połączeniową albo specjalną drogę obejściową, zwaną drogą sygnałową. Należy nadmienić, że również cechownik przekazuje do rejestru, w trakcie wykonywania swoich zadań, szereg informacji, za pośrednictwem tych samych dróg. Wymiana informacji między rejestrem i cechownikami oraz w kierunku odwrotnym odbywa się za pomocą określonego zbioru sygnałów, czyli **kodu,** utworzonego według pewnej reguły. Każde-

mu sygnałowi kodu przyporządkowana jest określona informacja. Kody używane w łącznicach telefonicznych umożliwiają szybką wymianę informacji między jej urządzeniami sterującymi.

7.3. Przebieg połączenia telefonicznego w łącznicy o sterowaniu bezpośrednim

W stanie spoczynku aparatu telefonicznego pętla łącza abonenckiego jest przerwana i nie płynie w niej prąd elektryczny.

Abonent wywołujący, aby uzyskać połączenie telefoniczne z abonentem żądanym, podnosi mikrotelefon, dzięki czemu pętla łącza abonenckiego zostaje zamknięta przez rezystancję aparatu telefonicznego wynoszącą około 200 Ω i pojawia się w niej prąd stały o wartości rzędu kilkudziesięciu miliamperów. Stanowi to sygnał wywołania centrali.

Wskutek wywołania centrali przez abonenta wywołującego następuje w stopniu abonenckim samoczynne zestawienie, za pomocą odpowiedniego organu komutacyjnego, zwanego wybierakiem wstępnym lub szukaczem liniowym, odcinka drogi połączeniowej, łączącego łącze abonenta wywołującego z jednym z organów komutacyjnych stopnia grupowego pierwszego.

Organ, do którego zostało przyłączone łącze abonenta wywołującego, wysyła do aparatu abonenckiego **sygnał zgłoszenia centrali** w postaci ciągłego prądu przemiennego o częstotliwości akustycznej, wynoszącej zazwyczaj 400 Hz. Prąd ten, przypływając przez słuchawkę aparatu telefonicznego, wywołuje w niej charakterystyczny ton, który informuje abonenta wywołującego o gotowości łącznicy do zestawienia połączenia telefonicznego.

W momencie odebrania przez abonenta wywołującego sygnału zgłoszenia centrali kończy się pierwsza faza połączenia zwana **fazą łączenia wstępnego.**

Po odebraniu sygnału zgłoszenia centrali telefonicznej abonent wywołujący nadaje **sygnały wybiercze** zawierające numer łącza abonenta żądanego, posługując się tarczą numerową, która w kolejnych seriach impulsów wybierczych przerywa i zamyka pętlę łącza abonenckiego z częstotliwością znamionową 10 Hz i przy zachowaniu określonego współczynnika impulsowania, np. 66 2/3 : 33 1/3. Sygnały takie nazywamy **kodem wybierczym dziesiętnym.**

Serie impulsów wybierczych, odpowiadające poszczególnym cyfrom numeru abonenta żądanego, są odbierane kolejno przez organy komutacyjne stopni grupowych zwane wybierakami grupowymi oraz stopnia abonenckiego zwanego wybierakiem liniowym.

Wybierak grupowy, odbierając przeznaczoną dla niego serię impulsów wybierczych, ustawia swoje szczotki na wysokości poziomu styków pola stykowego, odpowiadającego liczbie impulsów wybierczych, zawartych w serii. Następnie szczotki wybieraka zostają wprawione w ruch obrotowy, w czasie którego następuje wyszukanie i zajęcie wolnego łącza międzystopniowego, zakończonego organem komutacyj-

nym następnego stopnia grupowego lub stopnia abonenckiego oraz przedłużenie łącza abonenckiego do tego organu.

Jeżeli w czasie ruchu obrotowego szczotek nie zostanie wyszukane wolne łącze międzystopniowe, szczotki zatrzymują się na ostatnich, sygnalizacyjnych stykach poziomu, skąd do aparatu wywołującego zostaje wysłany sygnał zajętości, informujący go o niemożności dokonania połączenia.

Droga połączeniowa jest zatem zestawiana z poszczególnych odcinków metodą **„krok za krokiem".**

Ostatnim organem, biorącym udział w zestawieniu drogi połączeniowej jest **wybierak liniowy,** który odbiera dwie ostatnie serie impulsów wybierczych, dzięki czemu szczotki ustawiają się na stykach pola, do których jest dołączone łącze abonenta żądanego.

Po ustawieniu szczotek wybieraka liniowego następuje próba stanu łącza abonenta żądanego. Wynik prób jest pozytywny, jeżeli łącze jest wolne albo negatywny, jeżeli jest zajęte przez inne połączenie.

W pierwszym przypadku wybierak liniowy wysyła do aparatu abonenta żądanego **sygnał wywołania,** zwany również **sygnałem dzwonienia,** a do aparatu abonenta wywołującego — **zwrotny sygnał wywołania (dzwonienia).** Pierwszy z tych sygnałów ma postać impulsów prądu przemiennego o małej częstotliwości 25 lub 50 Hz, nadawanych w określonym rytmie, zazwyczaj 1/4, co oznacza 1 s emisji sygnału i 4 s przerwy pomiędzy kolejnymi emisjami.

Te impulsy prądu przemiennego uruchamiają dzwonek polaryzowany aparatu abonenta żądanego. drugi z sygnałów jest nadawany prądem przemiennym o częstotliwości akustycznej 400 Hz, w postaci impulsów o rytmie identycznym, jak rytm sygnału wywołania. Sygnał ten wywołuje w słuchawce aparatu abonenta wywołującego przerywany ton, informujący abonenta wywołującego o tym, że łącze abonenta żądanego jest wolne i że do aparatu tego abonenta jest wysyłany sygnał wywołania.

W drugim przypadku wybierak liniowy wysyła do aparatu abonenta wywołującego **sygnał zajętości,** który ma postać impulsów prądu przemiennego o częstotliwości 400 Hz i rytmie 0,5/0,5, co oznacza, że emisja sygnału trwa 0,5 s, zaś kolejne emisje są przedzielone przerwą o czasie trwania 0,5 s. Sygnał ten wywołuje w słuchawce aparatu abonenta wywołującego charakterystyczny ton, informujący o zajętości łącza abonenta żądanego.

Nadanie przez wybierak liniowy sygnału informującego o stanie łącza abonenta żądanego oraz sygnału wywołania kończy **drugą fazę połączenia.**

Trzecia faza połączenia następuje po podniesieniu mikrotelefonu przez **abonenta żądanego,** wskutek czego pętla łącza abonenckiego zostaje zamknięta przez rezystancję aparatu. Powoduje to pojawienie się w niej prądu o wartości kilkudziesięciu miliamperów, co stanowi sygnał zgłoszenia się abonenta żądanego.

Wybierak liniowy reaguje na sygnał zgłoszenia się abonenta żądanego przerywaniem wysyłania sygnału wywołania do aparatu tego abonenta oraz zwrotnego sygnału wywołania do aparatu abonenta wywołującego, a także dokonaniem połączenia między łączem abonenta wywołującego i łączem abonenta żądanego. Dzięki temu między aparatami abonenckimi powstaje **obwód rozmówny,** stanowiący podstawową cześć

drogi połączeniowej, który przenosi pasmo częstotliwości odpowiadające prądom rozmównym, zawarte w przedziale 300...3400 Hz. Obwód rozmówny jest w czasie rozmowy wykorzystywany ponadto do **zasilania mikrofonów** aparatów abonenckich. Prąd zasilający mikrofon aparatu płynie przez zwojnice przekaźnika zasilającego, znajdującego się w wybieraku liniowym, pętlę łącza abonenckiego i obwód rozmówny aparatu abonenckiego. Zasilanie mikrofonów jest rozdzielone, tzn. każdy aparat jest zasilany przez zwojnice oddzielnego przekaźnika zasilającego. W ten sposób wybierak liniowy kontroluje stan obu łączy abonenckich oddzielnie.

W momencie odebrania sygnału zgłoszenia się abonenta żądanego wybierak liniowy dokonuje na ogół wysłania **sygnału zaliczania** do licznika abonenta wywołującego, który rejestruje ten fakt. Sygnał ten ma postać impulsu prądu elektrycznego o odpowiednio długim czasie trwania, przy czym często źródłem sygnałów licznikowych jest źródło prądu stałego niezależne od centralnej baterii. W przypadku połączeń dokonywanych między abonentami, których łącza są przyłączone do tej samej łącznicy telefonicznej nadawany jest, po dokonaniu połączenia, tylko jeden impuls licznikowy, co nosi nazwę **zaliczania jednokrotnego.**

W łącznicach niektórych systemów wybierak liniowy, odebrawszy sygnał zgłoszenia się abonenta żądanego przekazuje go w kierunku abonenta wywołującego. Najczęściej spotykaną formą przekazania sygnału jest zmiana kierunku przepływu prądu stałego, płynącego w pętli łącza abonenta wywołującego, zwane potocznie zmianą biegunowości pętli.

Dzięki utworzeniu obwodu rozmównego między abonentami może być przeprowadzona **rozmowa.** W czasie rozmowy obwodem rozmównym płyną prądy rozmówne wywoływane za pomocą mikrofonów aparatów abonenckich.

Czas trwania rozmowy nie jest zwykle ograniczony przez urządzenia łącznicy, lecz zależy od rozmawiających abonentów.

Ostatnia, **czwarta faza połączenia** rozpoczyna się po odłożeniu mikrotelefonu przez jednego z abonentów, przeważnie wywołującego albo po odłożeniu mikrotelefonów przez obu abonentów. Odłożenie mikrotelefonu przez abonenta powoduje otwarcie pętli abonenckiej i przerwanie przepływu prądu stałego w obwodzie rozmównym, co stanowi sygnał rozłączenia się abonenta. Sygnały rozłączenia, nadane przez abonentów, są odbierane przez wybierak liniowy, który rozpoczyna proces rozłączenia drogi połączeniowej.

Proces rozłączenia drogi połączeniowej po odebraniu sygnału rozłączenia od abonenta wywołującego, powoduje, że ta część drogi połączeniowej, która służyła do połączenia łącza abonenta wywołującego z wybierakiem liniowym zostaje rozłączona, co polega na sprowadzeniu do położenia spoczynkowego organów komutacyjnych oraz zwolnienie łączy międzystopniowych. Natomiast wybierak liniowy nie zostaje sprowadzony do położenia wyjściowego do czasu nadania sygnału rozłączenia przez abonenta żądanego.

Jeżeli sygnał rozłączenia nadejdzie najpierw od abonenta żądanego wybierak liniowy przywraca pierwotny kierunek przepływu prądu stałego w pętli łącza abonenckiego. Droga połączeniowa nie zostaje rozłączona i po podniesieniu mikrotelefonu przez abonenta żądanego obwód rozmówny zamyka się, a połączenie zostaje przywró-

cone. Rozłączenie drogi połączeniowej następuje dopiero po odłożeniu mikrotelefonu przez abonenta wywołującego.

Opisany system rozłączenia nosi nazwę **rozłączenia jednostronnego uzależnionego od abonenta wywołującego.**

Inny system rozłączenia, stosowany w łącznicach o sterowaniu bezpośrednim, przewiduje całkowite rozłączenie drogi połączeniowej po odebraniu sygnału rozłączenia od jednego abonenta: wywołującego albo żądanego. Łącze abonenta, który sygnału rozłączenia nie nadał, pozostaje dołączone do wyposażenia abonenckiego, z którego jest nadawany sygnał zajętości do czasu otrzymania sygnału rozłączenia od tego abonenta. Taki system rozłączenia nazywa się **rozłączeniem dowolnostronnym.**

W niektórych systemach łącznic stosowane jest **rozłączenie dwustronne**; rozłączenie drogi połączeniowej następuje po otrzymaniu sygnału rozłączenia od obydwu abonentów.

Opisany przebieg odnosi się do połączenia dwóch abonentów, których aparaty są przyłączone do tej samej łącznicy. Jest to tzw. **połączenie lokalne.** Łącznica jednak współpracuje na ogół z innymi łącznicami, z którymi wchodzi w skład układu wielocentralowego, dzięki czemu możliwe są połączenia między abonentami, których aparaty są przyłączone do różnych łącznic.

Połączenie między dwoma abonentami, których aparaty są przyłączone do dwóch współpracujących łącznic, przebiega w pierwszej fazie tak, jak połączenie lokalne.

Abonent wywołujący, po odebraniu sygnału zgłoszenia, nadaje numer kierunkowy żądanej centrali złożony z pewnej liczby cyfr. Serie impulsów, odpowiadające tym cyfrom, są odbierane przez wybieraki grupowe, należące do odpowiednich stopni grupowych, dzięki czemu zostaje dokonany wybór kierunku do żądanej centrali telefonicznej. Kierunek ten jest reprezentowany przez grupę czyli wiązkę łączy międzycentralowych, przyłączonych z jednej strony do odpowiedniego poziomu pola stykowego wybieraków grupowych odpowiedniego stopnia łącznicy, do której jest przyłączony aparat abonenta wywołującego, a z drugiej strony do wejść wybieraków grupowych odpowiedniego stopnia grupowego, zwanych przyjściowymi, łącznicy, do której jest przyłączone łącze abonenta żądanego. Pierwszą z wymienionych łącznic będziemy nazywali wyjściową, a drugą — przyjściową. Analogicznie będziemy mieli **centralę wyjściową** i **przyjściową.**

Zazwyczaj odległości między łącznicami są znaczne, wskutek czego właściwości elektryczne łączy międzycentralowych różnią się od właściwości elektrycznych łączy międzystopniowych. Utrudnia to, a niekiedy nawet uniemożliwia proste połączenie stopni komutacyjnych współpracujących łącznic na wzór połączeń, jakie istnieją między stopniami komutacyjnymi w obrębie łącznicy, gdyż wskutek zmienionych warunków niemożliwe jest prawidłowe nadawanie i odbiór sygnałów sterujących oraz właściwe zasilanie mikrofonów abonenckich. Z tych to powodów łącza międzycentralowe wyposaża się w **zespoły liniowe wyjściowe** i **przyjściowe,** których zadaniem jest zapewnienie możliwości prawidłowej wymiany sygnałów sterujących, zasilanie mikrofonów itp. Zespół wyjściowy związany jest z początkiem łącza międzycentralowego i znajduje się w centrali wyjściowej, zaś zespół przyjściowy na końcu łącza — w centrali przyjściowej.

Zastosowanie zespołów wyjściowych i przyjściowych daje ponadto dodatkową korzyść. Zazwyczaj łącza międzystopniowe są wieloprzewodowe i takie musiałyby być łącza międzycentralowe w razie niestosowania zespołów wyjściowych i przyjściowych. Dzięki tym zespołom liczba przewodów łączy międzycentralowych może być zmniejszona do dwóch, co przyczynia się znacznie do ich potanienia.

Rozwiązania organów komutacyjnych łącznic niektórych systemów o sterowaniu bezpośrednim umożliwiają zrezygnowanie z zespołów przyjściowych i w takich przypadkach łącza międzycentralowe są wyposażone tylko w zespoły wyjściowe.

Zespoły wyjściowy i przyjściowy pośredniczą w przekazywaniu do organów komutacyjnych łącznicy przyjściowej sygnałów sterujących, określających numer abonenta żądanego. Po wysterowaniu tych organów odbywa się próba stanu łącza abonenta żądanego, po której wybierak liniowy wysyła do aparatu abonenta żądanego sygnał wywołania, a do aparatu abonenta wywołującego — poprzez łącze międzycentralowe i zespół wyjściwy — zwrotny sygnał wywołania lub zajętości.

Zgłoszenie się abonenta żądanego powoduje skutki opisane wcześniej. Sygnał zgłoszenia się abonenta żądanego zostaje przekazany w kierunku centrali wyjściowej za pośrednictwem łącza międzycentralowego i odebrany przez zespół wyjściowy, który dokonuje zmiany biegunowości łącza abonenckiego oraz wysyła sygnał zaliczania do licznika abonenckiego. Sygnał zaliczania może być jednokrotny, ale może być również wysyłany wielokrotnie.

Obwód rozmówny, łączący aparaty abonentów, przebiega przez zespół wyjściowy (i ewentualnie przyjściowy), od którego wymaga się, aby nie tłumił nadmiernie prądów rozmównych.

Sygnał rozłączenia nadany przez abonenta wywołującego, zostaje przekazany przez zespół wyjściowy do łącznicy współpracującej i powoduje rozłączenie drogi połączeniowej w łącznicy wyjściowej oraz w łącznicy przyjściowej, z wyjątkiem wybieraka liniowego. Ten ostatni organ zostaje zwolniony po nadaniu sygnału rozłączenia przez abonenta żądanego.

Jeżeli sygnał rozłączenia nadejdzie najpierw od abonenta żądanego, wybierak liniowy przekazuje ten sygnał do zespołu wyjściowego centrali wyjściowej. Zespół wyjściowy przekazuje odebrany sygnał w kierunku abonenta wywołującego, przywracając w tym celu pierwotny kierunek przepływu prądu stałego w pętli łącza abonenckiego.

Mimo odebrania sygnału rozłączenia od abonenta żądanego droga połączeniowa nie ulega rozłączeniu; po ponownym podniesieniu mikrotelefonu przez abonenta żądanego obwód rozmówny zostaje ponownie zamknięty i połączenie przywrócone. Rozłączenie drogi połączeniowej następuje dopiero po odłożeniu mikrotelefonu przez abonenta wywołującego.

Jeżeli we współpracujących łącznicach zastosowane jest rozłączenie dowolnostronne, to po odłożeniu mikrotelefonu przez dowolnego abonenta następuje rozłączenie organów komutacyjnych łącznicy, do której jest dołączone jego łącze, a sygnał rozłączenia zostaje przekazany, za pomocą zespołów liniowych łącza międzycentralowego, do współpracującej łącznicy, gdzie również następuje rozłączenie organów komutacyj-

nych. Łącze abonenta, który nie odłożył mikrotelefonu, pozostaje przyłączone do zespołu wyposażenia abonenckiego, skąd jest nadawany sygnał zajętości.

Sygnały sterujące, wymieniane między współpracującymi łącznicami, są przekazywane za pomocą prądu elektrycznego. Używany jest do tego celu prąd elektryczny stały, gdy odległości między centralami są nieduże albo prąd elektryczny przemienny małej częstotliwości przy większych odległościach.

W pierwszym przypadku do budowy łączy międzycentralowych muszą być stosowane tory przewodowe symetryczne, w drugim — mogą to być również tory macierzyste i pochodne, co jest bardziej ekonomiczne. Uzyskane w ten sposób łącza są łączami naturalnymi, zapewniającymi przenoszenie pasma rozmównego oraz wymienionych już sygnałów sterujących.

Oprócz łączy naturalnych używane są łącza nośne. Łącze nośne przenosi pasmo rozmówne, które na początku i na końcu kanału, z którego łącze jest utworzone, podlega przemianie. Sygnały sterujące mogą być wówczas przenoszone za pomocą jednej (ewentualnie dwóch) częstotliwości zawartych wewnątrz pasma rozmównego albo częstotliwości leżącej poza pasmem, ale mieszczącej się w obrębie kanału.

7.4. Przebieg połączenia telefonicznego w łącznicy o sterowaniu pośrednim

Wywołanie centrali odbywa się w tym przypadku tak samo, jak opisano w p. 7.3. Po zestawieniu wstępnego odcinka drogi połączeniowej łącze abonenta wywołującego zostaje dołączone do rejestru zwanego abonenckim, za pośrednictwem zespołu sznurowego i pomocniczego, dołączającego stopnia komutacyjnego.

Rejestr, do którego zostało przyłączone łącze abonenta wywołującego wysyła do aparatu abonenckiego sygnał zgłoszenia centrali, stanowiący zaproszenie do nadawania numeru abonenta żądanego.

Abonent wywołujący nadaje numer abonenta żądanego za pomocą tarczy numerowej. Wysyłane **serie impulsów wybierczych są rejestrowane** przez układ rejestrujący rejestru, **a następnie zapamiętywane** przez jego układ pamięciowy.

Rejestry mogą być przystosowane do odbioru numeru abonenta żądanego nadawanego w inny sposób niż tarczą (kodem dziesiętnym), np. za pomocą klawiatury wybierczej, nadającej sygnały wybiercze w postaci krótkotrwałych impulsów prądu przemiennego.

Najbardziej rozpowszechnione jest stosowanie kodu wieloczęstotliwościowego „2 × (1 z 4)", który polega na nadawaniu sygnału złożonego z dwóch częstotliwości akustycznych, należących do dwóch zbiorów, liczących po 4 częstotliwości.

Czas zajęcia rejestru w czasie odbioru numeru abonenta żądanego zależy od liczby cyfr (długości) numeru i sposobu nadawania: za pomocą tarczy numerowej lub klawiatury. W pierwszym przypadku należy przyjmować, że odbiór jednej cyfry (wraz z przerwą międzyseryjną) trwa średnio ok. 1,5 s, a w drugim — kilka dziesiątych sekundy. Nadawanie numerów za pomocą klawiatury odbywa się bardzo szybko,

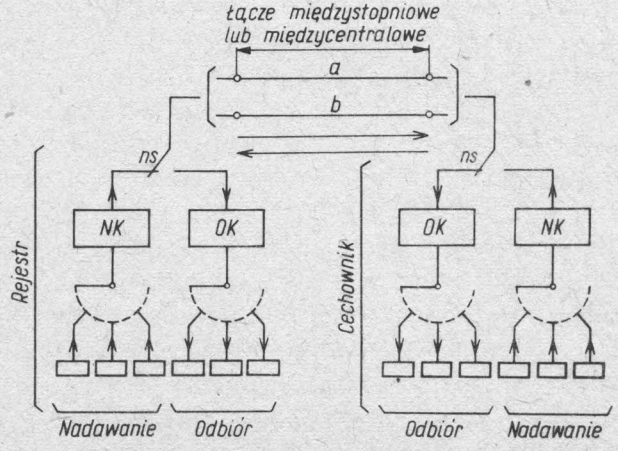
dzięki czemu czas zajęcia rejestru jest krótszy i ogólna liczba rejestrów w łącznicy może być mniejsza.

Po odebraniu pewnej liczby cyfr numeru abonenta żądanego, tworzących tzw. **człon centralowy, określający centralę,** do której jest przyłączone łącze abonenta żądanego, rejestr dokonuje ich analizy. **Analiza** polega na stwierdzeniu, czy połączenie będzie zrealizowane w obrębie własnej centrali, czy też będzie skierowane do jednej ze współpracujących central; ustalony zostaje rodzaj kodu, jaki należy zastosować do realizacji połączenia wychodzącego; sposób zaliczania połączenia; sposób zestawiania połączenia w przypadku braku łączy w wiązce łączącej z centralą żądaną i inne zagadnienia. **Analizy dokonuje** zazwyczaj **zespół tzw. analizatora,** który nie stanowi wyposażenia rejestru, lecz jest do niego przyłączany na krótki okres czasu, wymagany do przeprowadzenia analizy. Wynik analizy jest przez analizator przekazywany do rejestru i przez ten ostatni zapamiętywany.

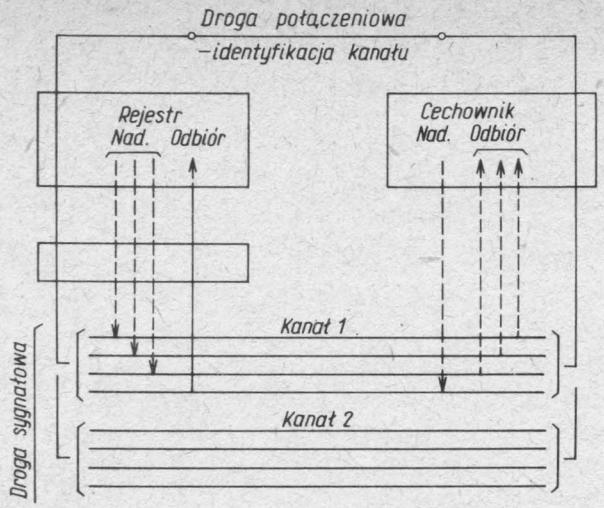
Zestawianie drogi połączeniowej rozpoczyna się po odebraniu przez rejestr pełnego numeru abonenta żądanego lub jego części, wystarczającej do określenia kierunku (połączenie lokalne albo zewnętrzne). Inicjatorem zestawienia drogi połączeniowej jest rejestr, który w tym celu łączy się z wyposażeniem sterującym bloku stopnia grupowego, do jednego z wejść, do którego jest dołączony zespół sznurowy, który został użyty do połączenia łącza abonenta wywołującego z rejestrem. Po dokonaniu opisanego połączenia rejestr przekazuje do cechownika bloku stopnia grupowego odpowiednią liczbę cyfr numeru abonenta żądanego, wymaganą do określenia kierunku.

Do przekazania informacji z rejestru do cechownika (i w kierunku odwrotnym) wykorzystuje się łącze międzystopniowe, łączące rejestr ze stopniem grupowym (rys. 7.8) albo specjalne łącze sygnalizacyjne, należące do sieci tzw. dróg sygnałowych, łączących ze sobą urządzenia sterujące łącznicy (rys. 7.9).

Wymiana informacji między urządzeniami sterującymi łącznicy nie odbywa się za pomocą kodu dziesiętnego, gdyż jest on zbyt powolny. Stosowane są w tym celu szybkie kody prądu stałego i przemiennego:



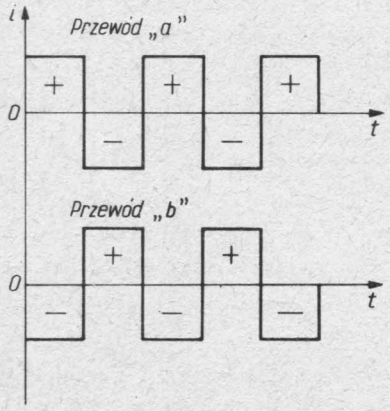
Rys. 7.8. Współpraca rejestru z cechownikiem za pośrednictwem drogi połączeniowej
NK — nadajnik kodowy, *OK* — odbiornik kodowy



Rys. 7.9. Współpraca rejestru z cechownikiem za pośrednictwem drogi sygnałowej

a) **kod znakozmienny,**
b) **kod prądu stałego „2 z 5",**
c) **kod wieloczęstotliwościowy „2 z 6".**

Przekazywanie sygnałów za pomocą kodu znakozmiennego jest dokonywane w obwodzie rozmównym drogi połączeniowej i polega na naprzemiennym przyłączaniu do przewodów tego obwodu dodatniego i ujemnego bieguna źródła prądu, np. centralnej baterii. Sygnał nadawany kodem znakozmiennym składa się z ciągu, liczącego od jednego do kilku impulsów, o zmieniającym się na przemian zwrocie prądu. Poszczególne sygnały różnią się liczbą impulsów (rys. 7.10). Czas trwania jednego impulsu wynosi kilkadziesiąt milisekund, a więc jest to mimo wszystko, kod dosyć powolny.

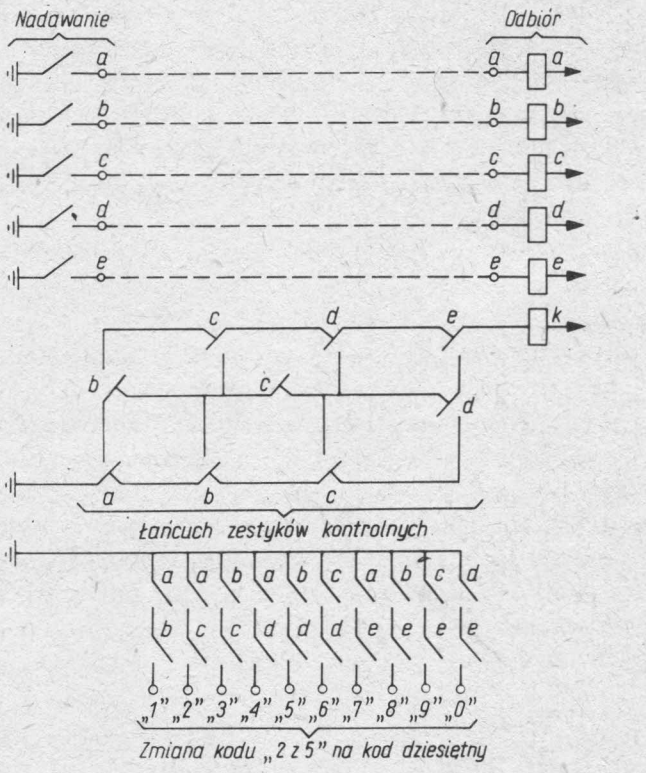


Rys. 7.10. Polaryzacja przewodów łącza (międzystopniowego lub międzycentralowego) w czasie nadawania sygnału sterującego kodem znakozmiennym

Z tego powodu oraz ze względu na konieczność stosowania do przesyłania sygnałów torów przewodowych kod ten był stosowany w początkowym okresie rozwoju automatycznych łącznic telefonicznych ze sterowaniem rejestrowo-cechownikowym.

We współczesnych automatycznych łącznicach telefonicznych ze sterowaniem rejestrowo-cechownikowym do wymiany informacji między organami sterującymi łącznicy stosuje się kod prądu stałego „2 z 5" oraz kod wieloczęstotliwościowy „2 z 6".

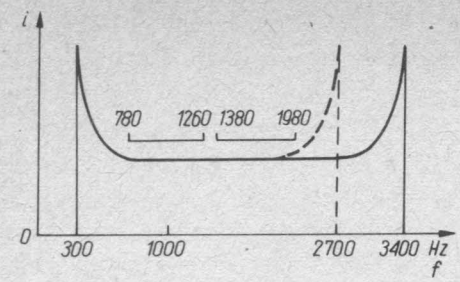
Nadawanie sygnałów za pomocą kodu **„2 z 5"** polega na dołączaniu bieguna dodatniego źródła, np. centralnej baterii, **do określonych dwójek przewodów spośród pięciu,** tworzących łącze sygnalizacyjne drogi sygnałowej (rys. 7.11). Odbioru sygnałów dokonuje się za pomocą przekaźników o krótkim czasie przyciągania, np. poznanych już przekaźników pięciokrotnych. Kod „2 z 5" jest zatem kodem szybkim.



Rys. 7.11. Nadawanie sygnałów sterujących kodem „2 z 5" (zastosowano symbole graficzne stosowane w schematach systemu Pentaconta)

Przekazywanie sygnałów za pomocą kodu wieloczęstotliwościowego **„2 z 6"** polega na tym, że każdemu sygnałowi przyporządkowuje się **dwie częstotliwości spośród ustalonych sześciu.** Przyjęta zasada umożliwia uzyskanie w ten sposób 15 sygnałów (tab. 7.1).

Częstotliwości kodu wieloczęstotliwościowego „2 z 6" są tak rozmieszczone w pasmie rozmównym (rys. 7.12), że nie pokrywają się z częstotliwościami innych sygnałów sterujących używanych w łącznicach. Dobór częstotliwości został również dokonany z punktu widzenia możliwości przesyłania ich za pomocą różnorodnych kanałów telefonicznych. Ponadto częstotliwości harmoniczne poszczególnych sygnałów nie przybierają wartości innych częstotliwości sygnałowych.



Rys. 7.12. Rozkład częstotliwości kodu wielocz̨estotliwościowego wewnątrz pasma rozmównego

Oparty na międzynarodowych zaleceniach kod wieloczęstotliwościowy „2 z 6" zawiera 15 sygnałów nadawanych „w przód" (od rejestru do cechownika) oraz 15 sygnałów nadawanych „wstecz" (od cechownika do rejestru). Za pomocą sygnałów nadawanych „w przód" przekazywane są informacje wybiercze i dodatkowe polecenia dotyczące drogi połączeniowej, a za pomocą sygnałów nadawanych „wstecz" — informacje o przebiegu zestawiania drogi połączeniowej, oraz polecenia określające rodzaj żądanej informacji.

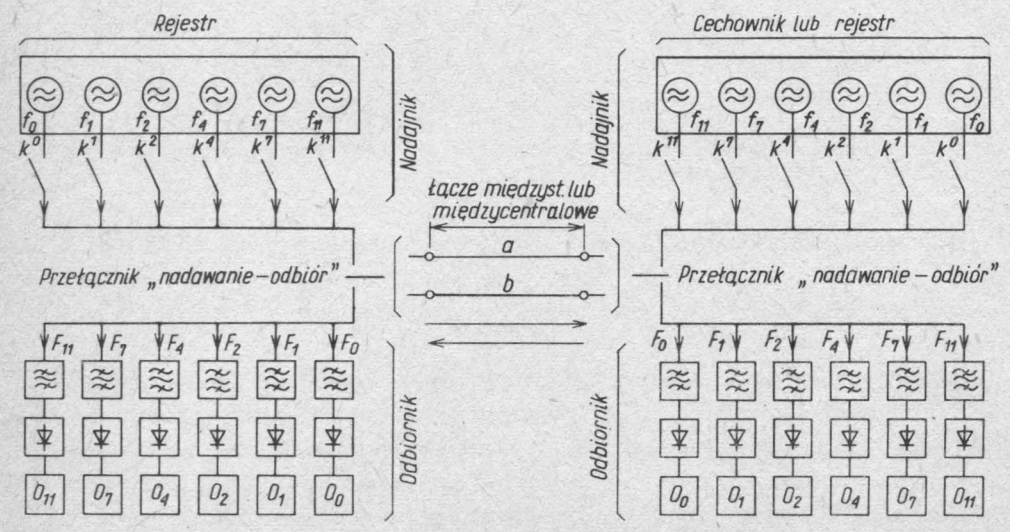
Dla utworzenia obu grup sygnałów wykorzystuje się dwie grupy częstotliwości:

a) dla sygnałów „w przód" — 1380, 1500, 1620, 1740, 1860 i 1980 Hz;

b) dla sygnałów „wstecz" — 1140, 1020, 900, 780, 660 i 540 Hz.

Przekazywanie informacji z rejestru do cechownika (lub w kierunku odwrotnym) następuje po otrzymaniu tzw. sygnału zaproszenia do nadawania. Informacja, która ma być przekazana, np. cyfra numeru abonenta żądanego, zostaje przekazana do zespołu przekaźników kodujących, spośród których przyciągają dwa, przyporządkowane danej informacji (tab. 7.1).

Przekaźniki kodujące dołączają swoimi zestykami wyjścia odpowiednich generatorów do przewodów łącza. Do odbiornika zostaje wysłany sygnał w postaci impulsu, utworzonego z dwóch przebiegów przemiennych o odpowiednich częstotliwościach (rys. 7.13).



Rys. 7.13. Przekazywanie sygnałów kodu wieloczęstotliwościowego „2 z 6"

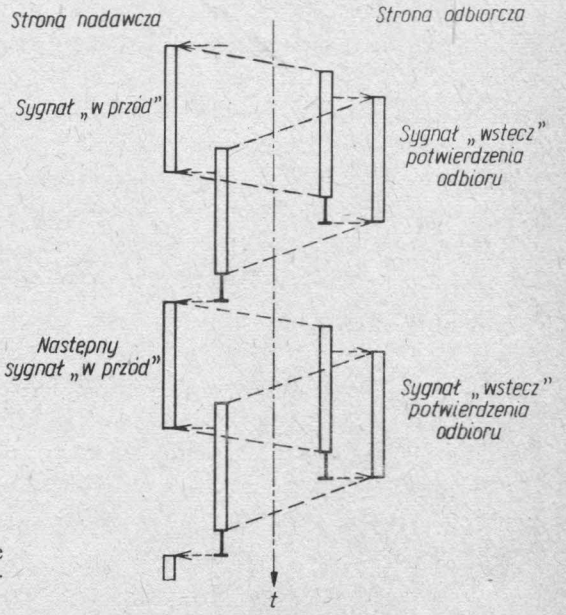
Tabela 7.1

Zestaw częstotliwości dla kodu „2 z 6" zastosowanym w centrali systemu ARF 102 i Pentaconta

	Częstotliwość w Hz					
Sygnały wybiercze	1380	1500	1620	1740	1860	1980
Sygnały zwrotne	1140	1020	900	780	660	540
Nr sygnału 1	x	x				
2	x		x			
3		x	x			
4	x			x		
5		x		x		
6			x	x		
7	x				x	
8		x			x	
9			x		x	
10				x	x	
11	x					x
12		x				x
13			x			x
14				x		x
15					x	x

Rozróżnienie wysyłanych częstotliwości w odbiorniku dokonuje się za pomocą filtrów nastrojonych na odpowiednie częstotliwości. Po przejściu przez filtry poszczególne przebiegi zostają wzmocnione i wyprostowane, po czym zostają uruchomione odpowiednie przekaźniki odbiorcze.

Odbiór sygnału wysłanego „w przód" powoduje wysłanie przez odbiornik do



Rys. 7.14. Wymiana sygnałów w systemie sprzężonej sygnalizacji wieloczęstotliwościowej

nadajnika sygnału potwierdzającego „wstecz". W czasie nadawania sygnału „wstecz" nie można nadawać następnego sygnału „w przód", który może być w takim układzie wysłany dopiero po zakończeniu odbioru sygnału potwierdzającego (rys. 7.14).

Dzięki takiemu sprzężeniu sygnałów zapewnione jest prawidłowe przekazywanie informacji i wykluczony jest odbiór sygnałów fałszywych.

W automatycznych łącznicach telefonicznych o sterowaniu rejestrowo-cechownikowym zbudowanych zgodnie z układem przedstawionym na rys. 7.6, wymiana sygnałów między rejestrem i cechownikami odbywa się za pomocą kodu znakozmiennego lub kodu wieloczęstotliwościowego „2 z 6", a w łącznicach zbudowanych wg układu z rys. 7.7 — za pomocą kodu prądu stałego „2 z 5".

Cechownik bloku stopnia grupowego, po odebraniu od rejestru części numeru abonenta żądanego, umożliwiającej określenie żądanego kierunku dokonuje tego, tj. określa odpowiednią wiązkę łączy międzystopniowych, łączącą dany blok z blokiem następnego stopnia grupowego lub z blokiem abonenckim własnej łącznicy albo wiązkę łączy międzycentralowych, łączącą ze stopniem grupowym współpracującej łącznicy. Następnie dokonuje się wybór i zajęcia jednego z łączy tej wiązki oraz uruchomienie odpowiednich elementów komutacyjnych bloku, dzięki czemu w obrębie bloku zostaje zestawiony odcinek drogi połączeniowej, łączący łącze międzystopniowe, za pomocą którego rejestr jest połączony z danym blokiem, z łączem międzystopniowym lub międzycentralowym wybranym przez cechownik. Po dokonaniu tego urządzenia sterujące bloku zostają zwolnione,a rejestr uzyskuje połączenie z blokiem następnego stopnia grupowego lub abonenckiego albo z urządzeniami sterującymi współpracującej centrali.

Współpraca rejestru z cechownikiem bloku następnego stopnia grupowego (jeśli łącznica takowy ma) przebiega analogicznie, jak opisana współpraca z cechownikiem bloku pierwszego stopnia grupowego i kończy się przedłużeniem drogi połączeniowej do bloku stopnia abonenckiego.

Po dokonaniu tego połączenia rejestr przekazuje do cechownika bloku stopnia odpowiednią liczbę cyfr numeru abonenta, określającą łącze abonenta żądanego. Na tej podstawie odbywa się określenie łącza abonenta żądanego, po czym następuje próba stanu tego łącza, dokonywana przez cechownik.

Jeżeli w wyniku próby zostanie stwierdzone, że łącze to jest zajęte, cechownik wysyła do rejestru odpowiedni sygnał informujący o tym. Rejestr dokonuje wówczas całkowitego rozłączenia zestawionej drogi połączeniowej, zaś łącze abonenta wywołującego pozostaje dołączone do wyposażenia abonenckiego, skąd jest nadawany sygnał zajętości.

Natomiast po stwierdzeniu, że łącze abonenta żądanego jest wolne cechownik uruchamia elementy komutacyjne bloku, dzięki czemu zostaje przedłużona droga połączeniowa do łącza abonenckiego, zaś do rejestru wysyła odpowiedni **sygnał informujący o stanie łącza.**

Rejestr odebrawszy ten sygnał powoduje zestawienie drogi połączeniowej w taki sposób, że łącze abonenta żądanego zostaje dołączone do zespołu sznurowego, sam zaś odłącza się od drogi połączeniowej.

Po zestawieniu drogi połaczeniowej zespół sznurowy przejmuje od rejestru jej

podtrzymanie, a także zapewnia zasilanie mikrofonu aparatu abonenta wywołującego. Zespół sznurowy wysyła do aparatu abonenta żądanego sygnał wywołania, a do aparatu abonenta wywołującego — zwrotny sygnał wywołania.

Po podniesieniu mikrotelefonu przez abonenta żądanego zespół sznurowy przerywa wysyłanie sygnałów do aparatów abonenckich oraz zapewnia zasilanie mikrofonu aparatu abonenta żądanego.

Jednocześnie do licznika abonenta wywołującego zostaje wysłany sygnał zaliczania.

W czasie rozmowy zespół sznurowy zapewnia zasilanie mikrofonów aparatów abonenckich, nadzoruje stan połączenia i utrzymuje drogę połączeniową.

Po odłożeniu mikrotelefonu przez jednego z abonentów zespół sznurowy powoduje rozłączenie drogi połączeniowej. Łącze abonenta, który mikrotelefonu nie odłożył, pozostaje dołączone do wyposażenia abonenckiego, skąd jest wysyłany sygnał zajętości.

Zespoły sznurowe mogą występować w dwóch odmianach:

a) jako **zespoły nierozdzielne** (rys. 7.6), włączone między wyjścia stopnia abonenckiego a wejścia stopnia grupowego; zapewniają one dołączenie rejestru do drogi połączeniowej, zasilanie aparatów abonenckich, wysyłanie sygnałów oraz nadzorowanie połączenia i rozłączenia drogi połączeniowej po rozmowie;

b) jako **zespoły sznurowe rozdzielne** (rys. 7.7); dołączenie rejestru do drogi połączeniowej jest wówczas zadaniem zespołów sznurowych włączonych między wyjścia stopnia abonenckiego a wejścia stopnia grupowego, natomiast pozostałe zadania wypełnia zespół sznurowy włączony między wyjścia ostatniego stopnia grupowego a wejścia stopnia abonenckiego.

Po zapoznaniu się z przebiegiem połączenia lokalnego zajmiemy się połączeniem, w zestawieniu którego uczestniczą dwie współpracujące łącznice.

Do wyboru kierunku w bloku stopnia grupowego przebieg połączenia wychodzącego jest analogiczny do przebiegu połączenia lokalnego. Po wyborze i zajęciu łącza międzycentralnego następuje zajęcie rejestru przyjściowego w łącznicy przyjściowej za pośrednictwem zespołu przyjściowego, stanowiącego zakończenie łącza międzycentralowego. Następnie rejestr wyjściowy łącznicy wyjściowej nadaje, za pomocą odpowiedniego kodu, np. kodu wielocząstotliwościowego „2 z 6", numer abonenta żądanego do rejestru przyjściowego łącznicy przyjściowej.

Źródłami sygnałów wymienianych między rejestrami są **nadajniki kodu,** a do ich odbioru używane są **odbiorniki.** Zarówno jedne, jak i drugie urządzenia sterujące są przyłączane do rejestrów na przeciąg czasu potrzebnego do wymiany informacji między rejestrami.

Zestawienie drogi połączeniowej we współpracującej łącznicy odbywa się pod nadzorem rejestru przyjściowego tej łącznicy i przebiega podobnie, jak opisane już połączenie lokalne. Po dokonaniu próby stanu łącza abonenta żądanego odpowiedni sygnał zostaje przekazany z rejestru przyjściowego do rejestru wyjściowego. Jeśli abonent żądany jest zajęty, rejestr przyjściowy powoduje rozłączenie drogi połączeniowej w łącznicy przyjściowej po wysłaniu sygnału zajętości do rejestru wyjściowego, który powoduje analogiczne rozłączenie drogi połączeniowej w łącznicy wyjściowej.

Łącze abonenta wywołującego pozostaje przyłączone do wyposażenia abonenckiego, z którego jest wysyłany sygnał zajętości.

Jeżeli łącze abonenta żądanego jest wolne, rejestry odłączają się od zestawionej drogi połączeniowej. Nadzór nad drogą połączeniową przejmują zespoły liniowe łącza międzycentralowego.

W przypadku, gdy współpracująca łącznica jest systemu biegowego o sterowaniu bezpośrednim rejestr wyjściowy nadaje do jej organów komutacyjnych sygnały wybiercze kodem dekadowym. Źródłem sygnałów jest odpowiedni nadajnik kodu przyłączony do rejestru wyjściowego na czas sterowania organami komutacyjnymi łącznicy przyjściowej.

Po zestawieniu drogi połączeniowej we współpracującej łącznicy rejestr wyjściowy odłącza się od zestawionej drogi połączeniowej.

8. Automatyczna telefoniczna łącznica miejska systemu 32AB

8.1. Wiadomości ogólne

Automatyczna telefoniczna łącznica miejska systemu 32AB jest to łącznica elektromechaniczna, zasadniczo o bezpośrednim sterowaniu organów komutacyjnych, dokonywanym za pomocą sygnałów wybierczych dziesiętnych. Niektóre odmiany łącznic tego systemu są przystosowane do sterowania pośredniego za pomocą urządzeń sterujących typu rejestrowego.

Stopnie komutacyjne łącznicy systemu 32AB są zbudowane z organów komutacyjnych, których podstawowymi elementami składowymi są wybieraki **podnosząco-obrotowe typu 32A** i **przekaźniki telefoniczne obojętne typu B-1.** Jako elementy pomocnicze są stosowane **wybieraki obrotowe typu W-25** i **przekaźniki telefoniczne obojętne typu B-2**, będące miniaturową wersją przekaźników typu B-1. Ponadto są stosowane rezystory, diody prostownicze, kondensatory teletechniczne i elektrolityczne itp.

Automatyczne telefoniczne łącznice miejskie systemu 32AB stanowią wyposażenie central telefonicznych miejskich odosobnionych lub należących do układów wielocentralowych.

Napięcie zasilania łącznic wynosi 50 ±2V, przy czym biegun dodatni źródła zasilania jest uziemiony. Do zaliczania połączeń stosuje się dodatkowe źródło, tzw. **baterię licznikową,** o napięciu 50 ±4V, której biegun ujemny jest uziemiony.

Źródłem prądu dzwonienia o napięciu 75 V i częstotliwości 25 Hz oraz sygnałów informacyjnych (zgłoszenia, zajętości, zwrotnego sygnału wywołania i in.) o częstotliwości 400 Hz jest maszyna sygnałowa wirująca.

Sprzęt automatycznych łącznic telefonicznych miejskich systemu 32AB jest produkowany od 1956 r. przez **Zakłady Wytwórcze Urządzeń Telefonicznych.** Przedtem produkowano łącznice systemu 32AA, które różnią się od łącznic systemu 32AB m. in. tym, że stosowano w nich przekaźniki telefoniczne obojętne typu A, znacznie ustępujące przekaźnikom typu B-1. Łącznice systemu 32AB są wzorowane na łącznicach angielskiego systemu. Strowger, produkowanych przez zakłady Automatic Telephone and Electric Company. Automatyczne łącznice telefoniczne systemów 32AA i 32AB stanowią dotychczas przeważającą część urządzeń komutacyjnych zainstalowanych w centralach telefonicznych miejskich polskiej sieci telefonicznej.

8.2. Układ zasadniczy automatycznej łącznicy telefonicznej miejskiej systemu 32AB

Układ zasadniczy automatycznej łącznicy telefonicznej miejskiej systemu 32AB o pojemności od 1000 do 10000 NN pokazano na rys. 8.1.

Sieć dróg połączeniowych łącznicy jest utworzona z następujących stopni komutacyjnych:

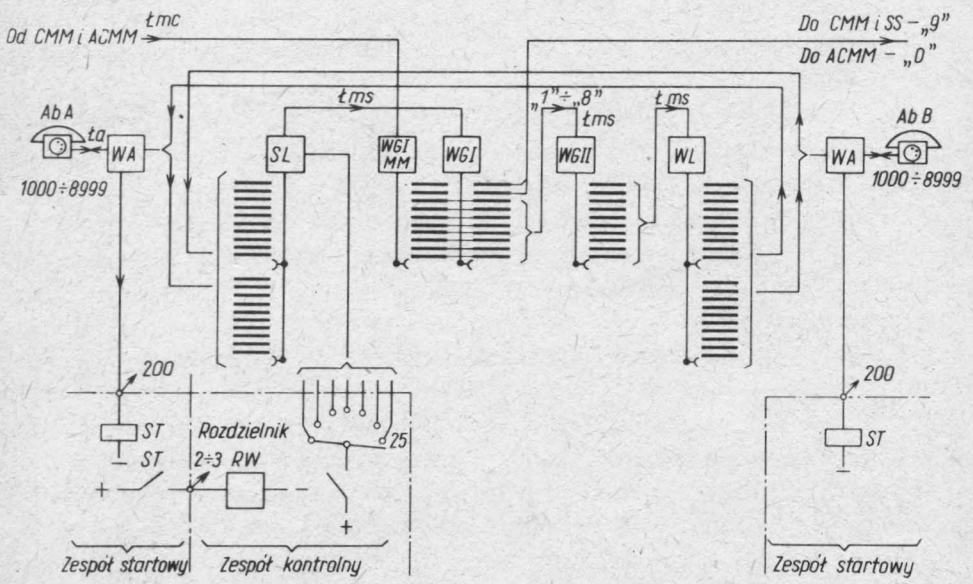
a) **stopnia szukania liniowego,**
b) **pierwszego stopnia wybierania grupowego,**
c) **drugiego stopnia wybierania grupowego,**
d) **stopnia wybierania liniowego.**

Wymienione stopnie komutacyjne składają się z następujących organów komutacyjnych:

a) stopień szukania liniowego — z **szukaczy liniowych** *SL*,
b) stopnie wybierania grupowego — z **wybieraków grupowych** *WG*,
c) stopień wybierania liniowego — z **wybieraków liniowych** *WL*.

W wymienionych organach komutacyjnych zastosowano wybieraki podnosząco-obrotowe typu 32A, których pole stykowe ma 200 wyjść.

Stopień szukania liniowego i stopień wybierania liniowego stanowią dwie części stopnia abonenckiego łącznicy. Stopnie grupowe łącznicy są stopniami rozdzielającymi ruch telefoniczny (stopniami rozdzielczymi), a ich liczba zależy od pojemności łącznicy i wynosi 1, 2, 3 albo 4. Większej liczby stopni wybierania grupowego w łą-



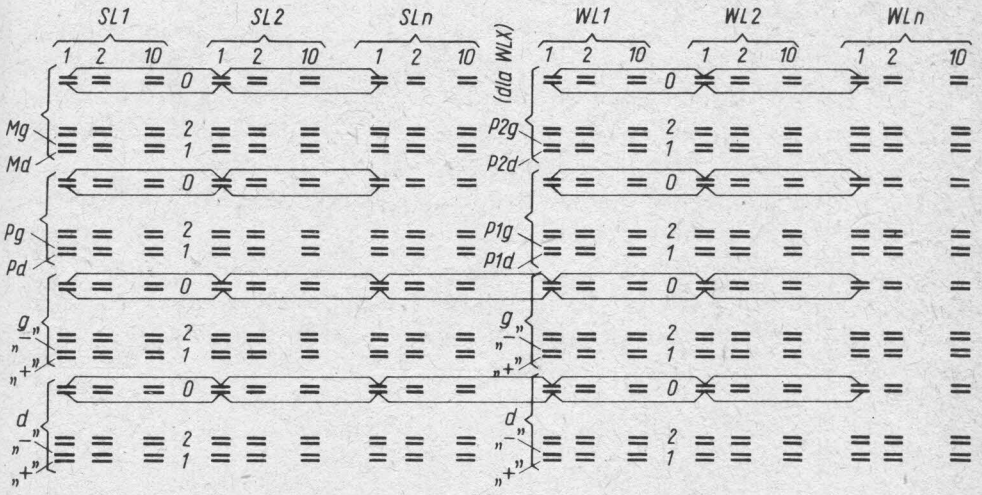
Rys. 8.1. Układ zasadniczy automatycznej łącznicy telefonicznej miejskiej systemu 32AB

AbA — aparat abonenta wywołującego, *AbB* — aparat abonenta żądanego, *ACMM* — automatyczna centrala międzymiastowa, *CMM* — centrala między miastowa, *ła* — łącze abonenckie, *łmc* — łącze międzycentralowe, *łms* — łącze międzystopniowe, *SL* — szukacz liniowy, *WA* — wyposażenie abonenckie, *WG* — wybierak grupowy, *WL* — wybierak liniowy (w rozdz. 8 zastosowano symbole graficzne i sposób rysowania schematów podobny do stosowanego w schematach ideowych systemu 32AB)

cznicach systemu 32AB na ogół się nie stosuje, gdyż nie wymaga tego ich pojemność.

Aparaty telefoniczne końcowe lub urządzenia im równoważne są przyłączone do łącznicy za pomocą łączy abonenckich, zbudowanych z torów dwuprzewodowych symetrycznych. Rezystancja przewodów toru abonenckiego nie powinna przekraczać 1000 Ω. Zakończeniem łącza jest zespół wyposażenia abonenckiego *WA*.

Zespoły wyposażenia abonenckiego *WA* są przyłączone do pola stykowego grup szukaczy liniowych i grup wybieraków liniowych (rys. 8.1). Odpowiadające sobie elementy stykowe pól tych organów są z sobą połączone (rys. 8.2), tworząc wielokrocie, do którego przyłącza się grupę 200 łączy abonenckich: 100 łączy do wycinków stykowych dolnych i 100 łączy do wycinków stykowych górnych.



Rys. 8.2. Wielokrocie grupy szukaczy liniowych *SL* i grupy wybieraków liniowych *WL*, obsługujących 200 NN grupę łączy abonenckich (na rysunku pokazano zwielokrotnienie styków setki górnej znajdujących się na 1. pozycji 10. (0.) poziomu)

d — setka dolna, *g* — setka górna, „+" i „−" — przewody rozmówne, *Md* — przewód zaliczania setki dolnej, *Mg* — przewód zaliczania setki górnej, *Pd* i *P1d* — przewody próbne setki dolnej, *Pg* i *P1g* — przewody próbne setki górnej, *P2d* — pomocniczy przewód próbny setki dolnej, *P2g* — pomocniczy przewód próbny setki górnej

Grupy *SL* i *WL* zawierają 20...40 organów, zależnie od wielkości obsługiwanego ruchu telefonicznego.

Wszystkie 200-numerowe grupy łączy abonenckich są wyposażone w opisany sposób.

Zadaniem szukaczy liniowych jest wyszukiwanie tych łączy abonenckich, po których nadchodzą sygnały wywołania centrali i dołączanie ich do organów pierwszego stopnia grupowego. Sygnał wywołania, odebrany przez wyposażenie abonenckie powoduje zmianę stanu wyposażenia abonenckiego *WA*, a to z kolei — wyznaczenie do pracy jednego z szukaczy grupy.

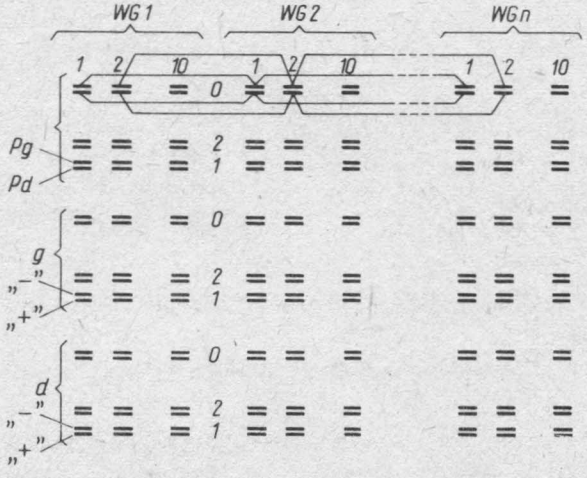
Zajmuje się tym zespół kontrolny przy pomocy rozdzielnika wywołań, zbudowanego z wybieraka obrotowego typu W-25 mającego dostęp do szukaczy danej grupy. Szukacze są wyznaczane cyklicznie: każde wywołanie centrali przez abonenta powoduje przesunięcie szczotek rozdzielnika o jeden krok i wyznaczenie następnego szuka-

cza, jeżeli jest on wolny. Dzięki temu wszystkie szukacze są obciążone jednakowo i zużywają się równomiernie. Rozdzielnikiem steruje zespół kontrolny, związany z nim na stałe, który zawiera również wyposażenie potrzebne do sterowania szukaczami.

Zespół kontrolny steruje wyznaczonym do pracy szukaczem, który ustawia swoje szczotki na stykach pola, do których jest przyłączone łącze abonenta wywołującego *AbA*. Po dokonaniu tego łącze *AbA* zostaje przyłączone do wybieraka grupowego pierwszego. Zespół kontrolny odłącza się wówczas od sterowanego szukacza, który pozostaje na pozycji łącza *AbA* do końca trwania połączenia. Rozdzielnik przesuwa szczotki na następną pozycję, wyznaczając w ten sposób następny szukacz.

Liczba zespołów kontrolnych, obsługujących grupę szukaczy wynosi 2 lub 3 w zależności od liczby szukaczy w grupie.

Każdy szukacz jest połączony na stałe (na sztywno) z wybierakiem grupowym pierwszym za pomocą trójprzewodowego łącza międzystopniowego. Wybierak grupowy jest wybierakiem o polu zbudowanym z 10 poziomów, które składają się z 2 rzędów styków (dolnych i górnych), liczących po 10 styków (rys. 8.3). Zatem pole stykowe wybieraka grupowego zapewnia dostęp do 10 wiązek łączy, odpowiadających 10 kierunkom, przy czym dostępność pola stykowego wynosi 20. Oznacza to, że wybierak zapewnia dostęp do 20 łączy wiązki każdego kierunku, do którego ma dostęp. Jeśli wiązka łączy danego kierunku liczy więcej łączy niż wynosi dostępność pola stykowego, wybierak nie zapewnia dostępu do wszystkich łączy tej wiązki, lecz tylko do 20. Pole stykowe wybieraków grupowych tworzą wielokrocie, obejmujące pewną, zależną od potrzeb, liczbę wybieraków.



Rys. 8.3. Wielokrocie grupy wybieraków grupowych (na rysunku pokazano zwielokrotnienie styków dolnego i górnego znajdujących się na 1. pozycji 10. (0.) poziomu)

Każdy wybierak grupowy, którego pole stykowe należy do danego wielokrocia, ma dostęp do wszystkich kierunków, których wiązki łączy są dołączone do tego wielokrocia.

Wyposażenie sterujące wybieraka grupowego pierwszego wysyła do abonenta wywołującego sygnał zgłoszenia centrali; odbiera serię impulsów wybierczych, odpo-

wiadającą pierwszej cyfrze numeru abonenta żądanego *AbB*; steruje elektromagnesem podnoszącym, dzięki czemu szczotki ustawiają się na wysokości poziomu, odpowiadającego liczbie impulsów w serii; wprawia szczotki wybieraka w samoczynny ruch obrotowy, w czasie którego zostaje wyszukane wolne łącze należące do wiązki wybranego kierunku, zatrzymuje szczotki na pozycji wolnego łącza i przedłuża drogę połączeniową do organu komutacyjnego następnego stopnia.

Ruch podnoszący szczotek wybieraka grupowego wymuszony przez serię impulsów wybierczych nazywa się ruchem wymuszonym, zaś samoczynny ruch obrotowy, odbywający się bez ingerencji abonenta wywołującego — ruchem swobodnym.

Jeżeli wszystkie łącza wybranego kierunku, do których wybierak ma dostęp, są zajęte, szczotki zatrzymują się na 11-tych stykach poziomu i do *AbA* zostaje wysłany sygnał zajętości. *AbA* odkłada mikrotelefon i zestawiony odcinek drogi połączeniowej ulega rozłączeniu.

Aby uniemożliwić jałowe zajmowanie *WGI* w przypadku niewybierania numeru przez *AbA* albo zwarcia przewodów toru abonenckiego, wyposaża się go w odpowiedni układ sygnalizujący stan zajęcia, jeśli przedłuża się on poza pewne, ustalone granice czasowe.

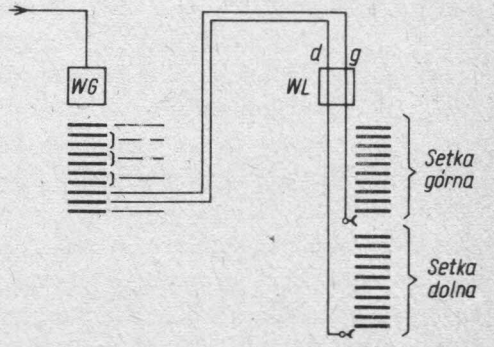
WGI ma dostęp do wybieraków grupowych drugich, które zapewniają dostęp do kierunków niższego rzędu. Budowa i działanie tego wybieraka są takie same jak wybieraka pierwszego, z tym, że *WGII* nie wysyła sygnału zgłoszenia centrali i nie jest przystosowany do sygnalizowania stanu jałowego zajęcia. Prawdopodobieństwo takiego stanu jest bowiem w wypadku wybieraków tego stopnia niewielkie.

W łącznicach o większej pojemności występuje trzeci (10 000—100 000 NN), a nawet czwarty stopień wybierania grupowego (100 000—1 000 000 NN). Wybieraki grupowe trzecie i czwarte są takie same i działają tak samo, jak wybierak grupowy drugi.

Wybieraki grupowe wszystkich stopni odbierają po jednej cyfrze numeru *AbB*: pierwszy — pierwszą, drugi — drugą itd.

Wybierają one kolejno kierunki coraz to niższego rzędu, odpowiadające odebranym przez siebie cyfrom i zestawiają drogę połączeniową metodą „krok za krokiem", przedłużając łącze *AbA* stopniowo do organów coraz to wyższego stopnia. Ostatnim organem komutacyjnym w łańcuchu jest wybierak liniowy *WL*, do którego łącze abonenckie zostaje przedłużone przez wybierak grupowy ostatniego stopnia (rys. 8.4).

Pole stykowe *WL* ma również 10 poziomów, z których każdy ma dwa rzędy styków: 10 dolnych i 10 górnych. Do styków dolnych pola dołącza się 100 łączy abonenckich, tworzących setkę dolną, a do styków górnych również 100 łączy abonenckich, tworzących setkę górną.



Rys. 8.4. Rozróżnienie setki dolnej i górnej w wybieraku liniowym

Szczotki wybieraka liniowego dzielą się na 2 zespoły: dolny, który współpracuje ze stykami dolnej setki i górny, który współpracuje ze stykami górnej setki. Zespół szczotek dolnych jest związany z tzw. wejściem dolnym wybieraka, a zespół górny — z górnym. Jeżeli *WL* zostanie zajęty za pośrednictwem wejścia dolnego, będzie wybierane łącze abonenckie setki dolnej, jeśli górnego — setki górnej.

Dzięki takiemu rozwiązaniu dwusetkowy wybierak liniowy spełnia rolę dwóch wybieraków liniowych setkowych, które mają wspólne wyposażenie sterujące. Rozwiązanie takie zapewnia znacznie lepsze wykorzystanie tego wyposażenia, niż miałoby to miejsce w przypadku zastosowania wybieraków liniowych setkowych.

Wyposażenie sterujące wybieraka liniowego odbiera od *AbA* dwie serie impulsów wybierczych, odpowiadające dwóm ostatnim cyfrom numeru *AbB*; za pomocą impulsów, odpowiadających przedostatniej cyfrze napędza elektromagnes podnoszący wybieraka, dzięki czemu szczotki ustawiają się na wysokości odpowiedniego poziomu, a za pomocą impulsów, odpowiadających ostatniej cyfrze — elektromagnes obrotowy, dzięki czemu szczotki ustawiają się na odpowiednich stykach poziomu, do których jest przyłączone łącze *AbB*. Następnie dokonuje próby stanu łącza *AbB*. Jeżeli łącze to jest wolne wybierak liniowy wysyła do *AbB* sygnał wywołania, a do *AbA* — zwrotny sygnał wywołania. Po podniesieniu mikrotelefonu przez *AbB* wysyłanie sygnałów urywa się, następuje zmiana biegunowości pętli łącza *AbA* i do licznika tego abonenta zostaje wysłany impuls licznikowy. Droga połączeniowa zostaje zamknięta, a między aparatami abonentów — utworzony obwód rozmówny. Zasilanie mikrofonów aparatów abonenckich zapewnia wyposażenie wybieraka liniowego.

Jeżeli łącze *AbB* jest zajęte, do *AbA* jest wysyłany z wybieraka liniowego sygnał zajętości, po odebraniu którego abonent ten odkłada mikrotelefon, powodując zwolnienie zestawionej drogi sygnałowej.

Wyposażenie wybieraka liniowego, które zasila mikrofony abonentów i tworzy obwód rozmówny ma postać tzw. mostka zasilającego, zbudowanego ze zwojnic przekaźników zasilających oraz kondensatorów. Układ ten powoduje pewne tłumienie prądów rozmównych, które dla prądu przemiennego o częstotliwości 800 Hz nie powinno być większe niż 0,87 dB.

Sygnał rozłączenia nadany przez *AbA* powoduje zwolnienie części wyposażenia wybieraka liniowego oraz rozłączenie tej części drogi połączeniowej, która łączy łącze *AbA* z wybierakiem liniowym. Sam wybierak liniowy nie wraca do położenia spoczynkowego do czasu nadania sygnału rozłączenia przez *AbB*.

Gdyby, po skończonej rozmowie, pierwszy nadał sygnał rozłączenia *AbB*, nie następuje rozłączenie drogi połączeniowej i łącze tego abonenta jest nadal dołączone do wybieraka liniowego oraz niedostępne dla innych wybieraków liniowych. Wybierak liniowy przywraca pierwotną biegunowość pętli łącza *AbA*. Ponowne podniesienie mikrotelefonu przez *AbB* powoduje ponowne utworzenie obwodu rozmównego między abonentami oraz zmianę biegunowości pętli łącza *AbA*, nie powoduje natomiast wysłania impulsu licznikowego do licznika tego abonenta. *AbB* może odkładać i podnosić mikrotelefon dowolną liczbę razy. Rozłączenie drogi połączeniowej następuje dopiero po odłożeniu mikrotelefonu przez *AbA*.

8.3. Pojemność łącznicy i numeracja łączy abonenckich

Podstawowa grupa abonencka automatycznej łącznicy telefonicznej 32AB **liczy 200 abonentów,** czyli jest równa pojemności pola stykowego podstawowego elementu komutacyjnego, którym jest wybierak podnosząco-obrotowy typu 32A. Wyposażenie komutacyjne grupy abonenckiej składa się z grupy szukaczy liniowych i grupy wybieraków liniowych, których wielkość zależy od natężenia ruchu telefonicznego generowanego przez grupę abonentów i natężenia ruchu telefonicznego kierowanego do tej grupy.

Łącza abonenckie przyłączone do wielokrocia szukaczy liniowych i wybieraków liniowych dzielą się na dwie setki: dolną i górną. Każdemu łączu jest przyporządkowany dwucyfrowy numer, składający się z cyfry dziesiątek i jednostek, przy czym pierwsza dziesiątka ma numery następujące: 11, 12, 13...18, 19 i 10; druga: 21, 22, 23...28, 29 i 20; ostatnia, czyli dziesiąta: 01, 02, 03...08, 09 i 00. Łącza o takich samych numerach, należące do setki dolnej i górnej, są przyłączone do styków pola (dolnych i górnych) zajmujących tę samą pozycję w polu. Tak więc w poziomie pierwszym będą się znajdować łącza dziesiątki pierwszej; w poziomie drugim — drugiej i w poziomie dziesiątym — dziesiątej. Rozmieszczenie łączy w poziomie jest takie, że cyfra jedności numeru łącza jest zgodna z kolejnym numerem styku tego poziomu. Mamy więc w wybieraku liniowym łącznicy systemu 32AB do czynienia ze zgodnością cyfry dziesiątek i jednostek numeru łącza abonenckiego z numerem poziomu i pozycji w poziomie pola stykowego wybieraka.

Rozróżnienia setki łączy abonenckich dokonuje wybierak grupowy ostatniego stopnia. Jak już wyjaśniono wcześniej przez wejścia dolne wybieraków liniowych, uzyskuje się dostęp do setek dolnych, a przez wejścia górne — do górnych. W ten sposób wybierak grupowy ostatniego stopnia zapewnia dostęp do 10 grup łączy abonenckich, liczących po 100 łączy.

Rozróżnienie grupy 100-łączowej odbywa się na podstawie cyfry setek numeru abonenta żądanego (1, 2...9, 0), zgodnej z numerem poziomu wybieraka grupowego ostatniego stopnia, do którego są dołączone łącza międzystopniowe, zakończone na odpowiednich wejściach grupy wybieraków liniowych, w polu stykowym których znajduje się żądana setka łączy abonenckich. W wybieraku grupowym ostatniego stopnia mamy więc do czynienia ze zgodnością cyfry setek numeru abonenta żądanego z numerem poziomu pola stykowego wybieraka.

Łącznica telefoniczna systemu 32AB bez stopnia grupowego ma pojemność 100 albo 200 NN, jeżeli stanowi wyposażenie centrali odosobnionej. Wprowadzenie do łącznicy jednego stopnia grupowego zwiększa jej pojemność 10-krotnie, tj. do 1000 NN. Łącza abonenckie mają wówczas numerację trzycyfrową: 100...199, 200...299, ...900...999, 000...099.

Zwiększenie pojemności łącznicy o kolejny rząd wielkości, do 10 000 NN, uzyskuje się dzięki wprowadzeniu do niej jeszcze jednego stopnia grupowego. Wybieraki tego stopnia będą wybierakami grupowymi pierwszymi, a wybieraki opisanego wyżej ostatniego stopnia wybierania grupowego — wybierakami grupowymi drugimi.

Wybierak grupowy pierwszy takiej łącznicy ma dostęp do 10 grup wybieraków grupowych drugich, a każda grupa tych ostatnich ma dostęp do 10 grup 100 NN, czyli do 1000 łączy abonenckich. Dostęp do odpowiedniej grupy wybieraków grupowych drugich uzyskuje się na podstawie cyfry tysięcy numeru łącza abonenta żądanego, odbieranej przez wybierak grupowy pierwszy i zgodnej z numerem poziomu pola stykowego tego wybieraka, do którego są dołączone łącza międzystopniowe, zakończone wybierakami grupowymi drugimi tej grupy, która ma dostęp (za pośrednictwem wybieraków liniowych) do 1000-numerowej grupy łączy abonenckich, określonych za pomocą cyfry setek numeru łącza abonenckiego.

Jak widać z powyższych rozwiązań pojemność centrali lub układu central stystemu 32AB wzrasta 10-krotnie po wprowadzeniu do niej kolejnego stopnia grupowego, a liczba cyfr numeru abonenckiego zwiększa się o jeden:

	Pojemność	Numeracja	
bez *WG*	100/200 NN	00...99/199...299*)	— centrala
WGI	1000 NN	000...999	— centrala
WGII	10 000 NN	0000...9999	— centrala
WGIII	100 000 NN	00000...99999	— układ central
WGIV	1 000 000 NN	000000...999999	— układ central

Przytoczone powyżej wybieraki grupowe trzecie i czwarte są stosowane w automatycznych łącznicach telefonicznych systemu 32AB należących do układów wielocentralowych.

Charakterystyczną cechą opisywanej łącznicy jest, co już zauważono, odpowiedniość kolejnych cyfr numeru łącza abonenckiego, wykorzystywanego do zestawienia drogi połączeniowej, z numerami poziomów wybieraków grupowych i wybieraka liniowego oraz pozycji w poziomie tego ostatniego.

8.4. Opis przebiegu zestawiania połączenia

8.4.1. Opis przebiegu szukania liniowego

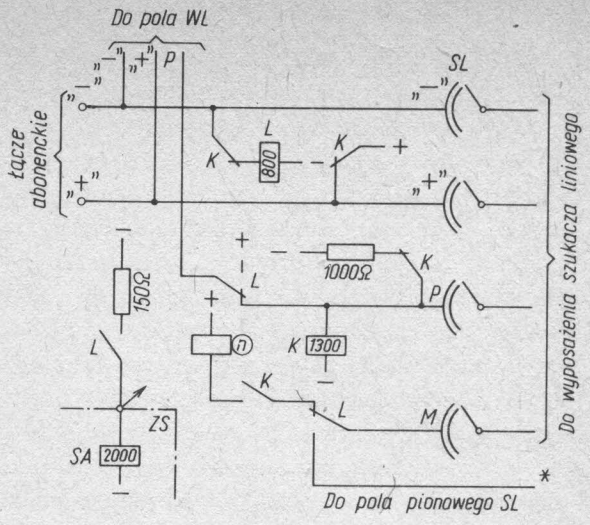
Łącze abonenckie, zakończone wyposażeniem abonenckim (rys. 8.5), złożonym z przekaźnika liniowego *L* i odłącznego *K*, jest dołączone do wielokrocia grupy szukaczy i wybieraków liniowych.

Wyposażenie abonenckie rozróżnia następujące stany łącza abonenckiego:

a) **stan spoczynku łącza,** gdy mikrotelefon aparatu abonenckiego spoczywa na widełkach aparatu, a do łącza nie jest dołączony żaden organ komutacyjny; w stanie spoczynku łącza żaden przekaźnik wyposażenia abonenckiego nie jest czynny;

b) **stan wywołania centrali,** który pojawia się po podniesieniu mikrotelefonu przez abonenta; w stanie wywołania centrali w wyposażeniu abonenckim jest czynny przeka-

*) rozwiązanie stosowane w łącznicach abonenckich systemu 32AB.

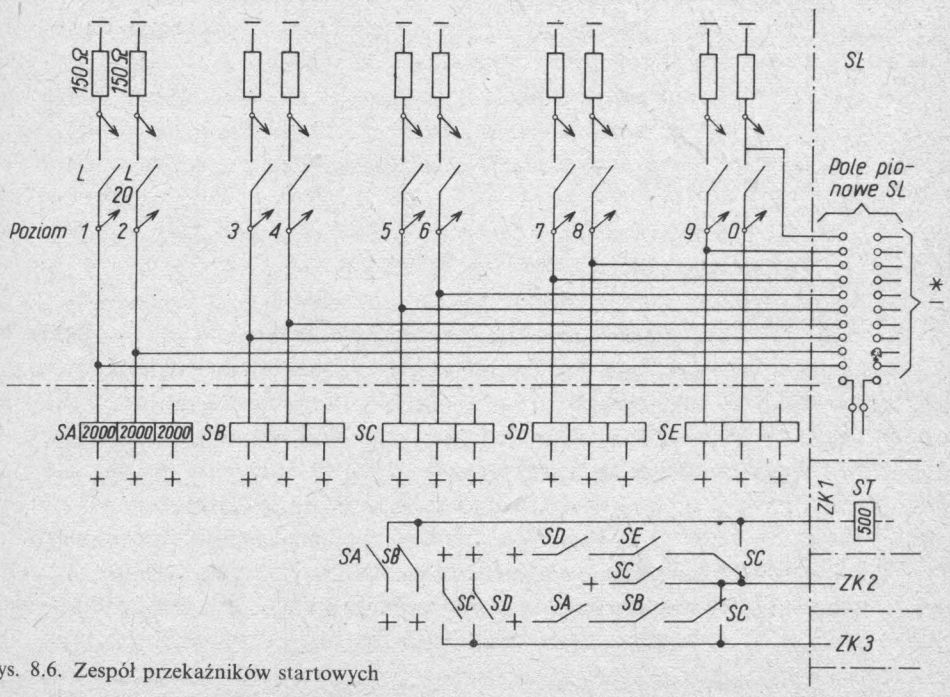


Rys. 8.5. Wyposażenie łącza abonenckiego w automatycznej łącznicy miejskiej systemu 32AB

źnik *L*, który zostaje wzbudzony wskutek przepływu prądu stałego w pętli łącza *AbA;*

c) **stan pracy,** trwający od momentu zajęcia łącza abonenckiego przez *SL* albo *WL* i kończący się w momencie rozłączenia drogi połączeniowej; w stanie pracy czynny jest przekaźnik *K*, a nieczynny — *L*.

Z chwilą podniesienia mikrotelefonu przez *AbA* zostaje wzbudzony przekaźnik *L* i zamyka obwód dla zespołu startowego (rys. 8.6) obsługującego grupę łączy abonenckich, do której należy łacze *AbA* oraz przyłącza plus baterii do przewodu



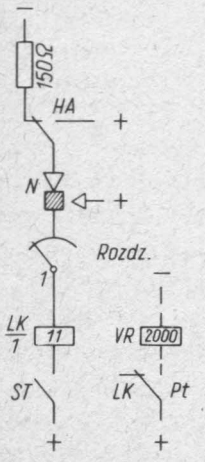
Rys. 8.6. Zespół przekaźników startowych

p wyposażenia abonenckiego dołączonego do wielokrocia grupy wybieraków liniowych, obsługujących tę grupę łączy abonenckich oraz cechuje poziom szukacza i łącze *AbA*. Wywołujące łącze jest niedostępne dla wybieraków liniowych.

Zespół startowy *ZS* ma 5 przekaźników startowych: *SA, SB. SC, SD* i *SE*. Każdy z nich obsługuje podgrupę złożoną z 40 łączy abonenckich, tj. łączy przyłączonych do dwóch sąsiednich poziomów pola szukacza liniowego.

Zestyk przekaźnika *L*, oprócz zamknięcia obwodu przekaźnika startowego, dokonuje również nacechowania poziomu pola stykowego grupy szukaczy liniowych, obsługujących grupę łączy abonenckich, do której należy łącze *AbA*. Polega to na przyłączeniu minusa baterii poprzez rezystor o rezystancji 150Ω do styków pól pionowych szukaczy tej grupy, odpowiadających poziomowi pola stykowego, do którego łącze *AbA* jest przyłączone. Należy zwrócić uwagę, że ostatni, dziesiąty styk pola pionowego jest nacechowany minusem baterii na stałe, co jest potrzebne dla prawidłowego obiegu szczotek szukaczy w przypadku krótkotrwałych, fałszywych wywołań centrali.

Zestyki przekaźników startowych są połączone z trzema (albo z dwoma, w wypadku mniejszych grup szukaczy liniowych) zespołami kontrolnymi, przy czym poziomom 1...4 przyporządkowany jest zespół kontrolny pierwszy, poziomom 5...6 — drugi, a poziomom 7...0 — trzeci. Wywołanie centrali dokonane przez *AbA* powoduje przede wszystkim wyznaczenie do pracy zespołu kontrolnego przeznaczonego do obsługi poziomu, do którego jest przyłączone łącze abonenta, a jeżeli zespół ten jest zajęty — innego zespołu kontrolnego. Po zajęciu przez zespół startowy zespołu kontrolnego zostaje w nim wzbudzony przekaźnik startowy *ST*. Zespół kontrolny jest związany na sztywno z rozdzielnikiem wywołań, którego szczotki zostały ustawione wcześniej na pozycji wolnego szukacza liniowego, połączonego na sztywno z wybierakiem grupowym pierwszym.

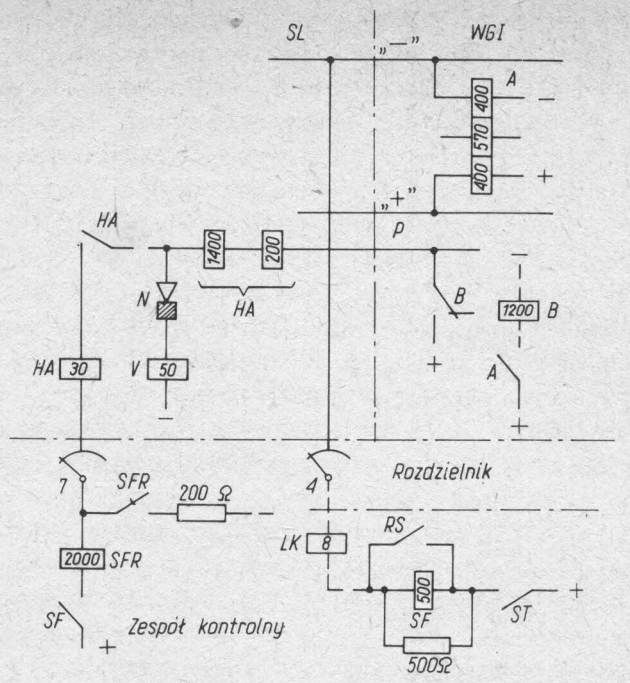


Rys. 8.7. Próba szukacza liniowego przez zespół kontrolny (zestyki czołowe pokazano w sposób właściwy dla systemu 32AB)

Wolny szukacz liniowy **jest nacechowany** minusem baterii przyłączonym do przewodu próbnego rozdzielnika poprzez rezystor o rezystancji 150 Ω. Dzięki temu, po wzbudzeniu przekaźnika *ST*, zamyka się obwód dla przekaźnika próbnego *LK*, który zostaje wzbudzony i zamyka obwód dla przekaźnika pomocniczego *VR* (rys. 8.7).

W stanie spoczynku do przewodu „—" szukacza liniowego jest przyłączony minus baterii przez zwojnicę **przekaźnika impulsującego** *A* o rezystancji 400 Ω znajdującego się w wybieraku grupowym pierwszym. Po wzbudzeniu przekaźnika *ST* powstaje obwód próbny i zajęcia wybieraka grupowego pierwszego przez zespół kontrolny (rys. 8.8).

Próba dokonywana przez zespół kontrolny ma na celu stwierdzenie, czy wybierak grupowy pierwszy znajduje się na swoim miejscu oraz czy jest zasilany, o czym świadczy występowanie minusa baterii na przewodzie „—". Upewnienie się o tym jest konieczne przed rozpoczęciem procesu szukania łącza *AbA* przez szukacz liniowy.



Rys. 8.8. Próba wybieraka grupowego pierwszego przez zespół kontrolny

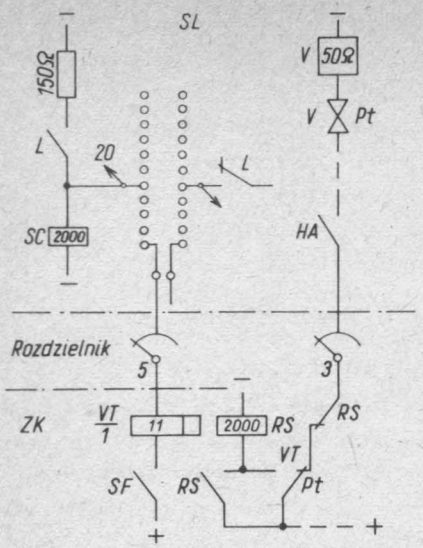
W obwodzie próbnym znajduje się przekaźnik próbny *SF*, który zostaje wzbudzony, jeśli wybierak grupowy pierwszy jest sprawny.

Dzięki pozytywnemu wynikowi próby w wybieraku grupowym zostaje wzbudzony przekaźnik *A* i zamyka obwód przekaźnika kontrolnego *B*, który przyłącza plus baterii do przewodu próbnego *p*. Dzięki temu zamyka się obwód dla przekaźnika *HA* szukacza liniowego, a po jego wzbudzeniu — dla przekaźnika *SFR* zespołu kontrolnego. Uruchomienie przekaźnika *HA* i *SFR* oznacza, że może się rozpocząć proces szukania łącza *AbA*.

Proces ten odbywa się w dwóch etapach: najpierw szczotki szukacza w ruchu podnoszącym odszukują poziom, do którego jest przyłączone łącze *AbA*, a następnie, w ruchu obrotowym — pozycję, na której znajdują się styki pola, do których to łącze jest przyłączone. Ponieważ na danej pozycji znajdują się styki dolne i górne, przeto szukacz liniowy jest przystosowany do sprawdzania stanu jednych i drugich.

Dzięki uruchomieniu przekaźników *HA* i *SFR* zostaje zamknięty obwód napędowy elektromagnesu ruchu podnoszącego *V* (rys. 8.8 i 8.9). Szeregowo ze zwojnicą elektromagnesu jest włączony zestyk rozwierny przerywacza ruchu podnoszącego.

Zamknięcie obwodu powoduje przyciągnięcie kotwicy przez elektromagnes i podniesienie zespołu piasty szukacza na wysokość pierwszego poziomu pola stykowego. Na chwilę przed ukończeniem ruchu kotwicy, ale po zapadnięciu zęba zapadki wstecznej za kolejny ząb piasty, otwiera się zestyk przerywacza i przerywa obwód elektromagnesu. Kotwica zostaje zwolniona, wskutek czego zestyk przerywacza zamyka się i elektromagnes zostaje wzbudzony po raz drugi; zespół piasty zostaje podniesiony na



Rys. 8.9. Ruch podnoszący szczotek szukacza liniowego (zestyk przerywacza pokazany w sposób właściwy dla systemu 32AB)

wysokość drugiego poziomu pola stykowego. W ten sposób elektromagnes współdziałając z przerywaczem, powoduje podnoszenie zespołu piasty wraz ze szczotkami poziomymi. Opisany ruch szczotek ma charakter swobodny. Równocześnie odbywa się ruch szczotek pionowych, które ślizgają się po stykach pola pionowego. Po osiągnięciu przez nie poziomu *AbA* stykają się one ze stykami pola pionowego, odpowiadającymi temu poziomowi. Przez jedną z tych szczotek i nacechowany styk pola pionowego zamyka się obwód przekaźnika próbnego *VT*, który zostaje wzbudzony i przerywa obwód napędowy elektromagnesu ruchu podnoszącego *V*, wskutek czego ruch szczotek ustaje.

Okres czasu, w ciągu którego przekaźnik *VT* powinien zadziałać jest bardzo krótki, ponieważ szczotki poruszają się bardzo szybko, mniej więcej z szybkością 30 kroków na sekundę. Przekaźnik *VT* powinien zdążyć zadziałać w czasie, kiedy szczotki, zatrzymane na wysokości, danego poziomu styków, są chwilowo nieruchome.

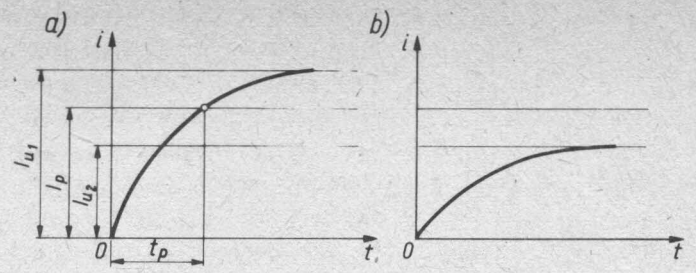
Aby tego dokonać przekaźnik *VT* musi odznaczać się krótkim czasem działania, wynoszącym mniej niż 10 ms, co uzyskano dwoma sposobami: dzięki odpowiedniej budowie samego przekaźnika oraz odpowiedniemu obwodowi przyciągania.

Opisywany przekaźnik ma rdzeń żelazo-niklowy, jest wyposażony tylko w jeden zestyk, ma przedni boczek cewki wykonany z materiału izolacyjnego oraz jest wyposażony w cewkę o zwojnicy odznaczającej się małą rezystancją i małą indukcyjnością.

W obwodzie przyciągania przekaźnika znajduje się rezystor o niedużej rezystancji, dzięki czemu wartość prądu ustalonego jest stosunkowo duża. Wszystkie wymienione czynniki oddziałują jednakowo na przekaźnik, a mianowicie skracają czas przyciągania.

Regulacja przekaźnika oraz jego obwód elektryczny zapewniają szybkie i pewne zadziałanie w przypadku dokonywania próby poziomu przez jeden przekaźnik, natomiast nie zapewniają takiej możliwości dwóm przekaźnikom dokonującym próby jednocześnie (rys. 8.10). Próba jednoczesna tego samego poziomu przez dwa, a nawet trzy przekaźniki, może mieć miejsce, jeżeli weźmiemy pod uwagę, że do obsługi grupy szukaczy liniowych są przewidziane dwa albo trzy zespoły kontrolne, które mogą uruchomić szukacze w takiej chwili, że ich szczotki będą poruszały się w ruchu pionowym synchronicznie.

Dzięki zamknięciu obwodu przekaźnika *VT* zmienia się stan elektryczny styku pola pionowego, odpowiadającego poziomowi abonenta wywołującego. Poprzednio był to minus baterii przyłączony przez rezystor o rezystancji 150Ω. Obecnie, wskutek przepływu prądu w obwodzie, na rezystorze i zwojnicy przekaźnika *VT* odłoży się



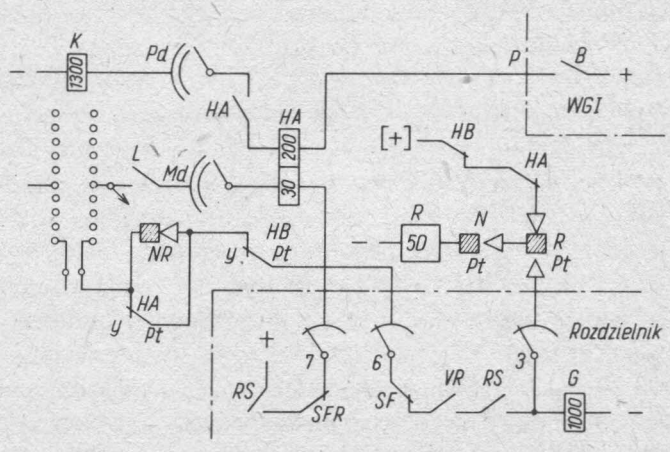
Rys. 8.10. Wykres narastania prądu w obwodzie przekaźnika próbnego *LK* lub *VT*: *a*) próby dokonuje jeden przekaźnik; *b*) próba jednoczesna przez dwa przekaźniki

spadki napięć wprost proporcjonalne do wartości ich rezystancji i na styku pola pionowego pojawi się pewien potencjał pośredni. Potencjał ten jest tak niski, że jeżeli do tego punktu zostanie przyłączony przekaźnik *VT* innego szukacza liniowego, którego szczotki wykonują ruch podnoszący, to prąd który popłynie przez zwojnicę tego przekaźnika będzie niewystarczający do jego wzbudzenia. A zatem poziom zajęty przez jeden szukacz jest **niedostępny,** czyli **zablokowany,** dla innych szukaczy grupy i szukanie łącza abonenta wywołującego w danym poziomie jest dokonywane tylko przez jeden szukacz.

Opisana próba nosi nazwę **„próby na przeciwny potencjał"** albo krócej **„próby na baterię",** gdyż szukany poziom jest nacechowany minusem baterii, a zablokowany potencjałem bliskim potencjałowi bieguna dodatniego baterii. Ponieważ próba odbywa się w czasie ruchu szczotek nazywa się próbą dynamiczną, a ponadto daje wynik negatywny w czasie jednoczesnej próby **„dwóch naraz".**

Po rozpoczęciu przez szczotki szukacza liniowego ruchu podnoszącego zostały przełączone zestyki czołowe ruchu podnoszącego *N*, a po wzbudzeniu przekaźnika *RS* zwalniają kolejno przekaźniki *SF, SFR* i *HA*.

Po zwolnieniu przez przekaźnik *HA* zamyka się obwód napędowy elektromagnesu ruchu obrotowego *R* (rys. 8.11). Szeregowo ze zwojnicą elektromagnesu jest włączony



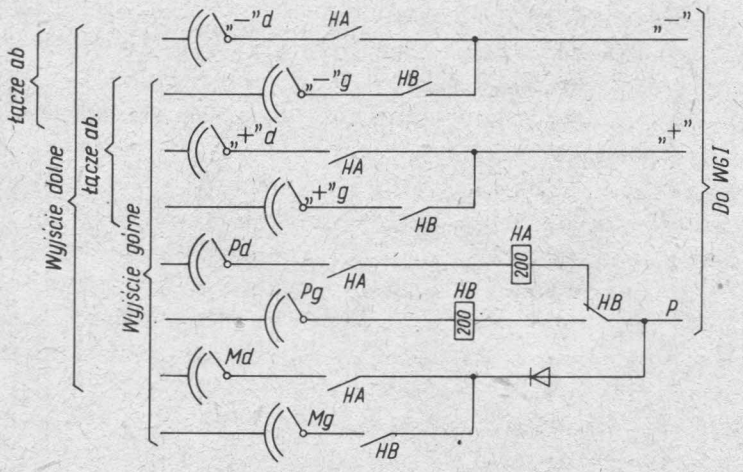
Rys. 8.11. Ruch obrotowy szczotek szukacza liniowego [+] — plus baterii dołączony przez zestyk lub zestyki nie pokazane na rysunku

zestyk rozwierny przerywacza ruchu obrotowego *R*, który współdziała z nim w sposób taki sam, jak przerywacz ruchu podnoszącego z elektromagnesem ruchu podnoszącego. W podobny sposób szczotki szukacza liniowego są przesuwane po stykach poziomu, osiągniętego w ruchu podnoszącym.

W czasie ruchu obrotowego szczotek dokonywane jest sprawdzenie stanu styków próbnych dolnych *Md* i górnych *Mg*, przynależnych do łączy abonenckich, przyłączonych do danego poziomu. Styk (dolny albo górny) łącza abonenta wywołującego jest połączony, za pomocą zestyku zwiernego przekaźnika *L*, do styku drugiego segmentu pola pionowego, na którym ustawiła się już szczotka pionowa. W ten sposób między indywidualnym stykiem łącza abonenckiego a stykiem pola pionowego powstaje tzw. pętla i dlatego opisywana próba nazywa się **„próbą na pętlę".**

W chwili, gdy szczotka pozioma stanie na styku połączonym taką pętlą ze stykiem pola pionowego, zamknie się obwód podtrzymania elektromagnesu obrotowego, którego kotwica jest wówczas przyciągnięta, a przerywacz — przełączony. Prąd płynący w obwodzie jest dość znaczny, gdyż wynosi ponad 0,5 A. Ruch obrotowy szczotek szukacza zostaje wstrzymany.

W obwodzie podtrzymania elektromagnesu ruchu obrotowego znajduje się niskoomowa zwojnica przekaźnika próbnego *HA* (dla abonentów setki dolnej) lub *HB* (dla abonentów setki górnej). Przekaźnik próbny zostaje wzbudzony, zapewnia sobie podtrzymanie drugą zwojnicą i przedłuża łącze *AbA* do wybieraka grupowego pierwszego (rys. 8.12).



Rys. 8.12. Przedłużenie łącza abonenta wywołującego do wybieraka grupowego pierwszego

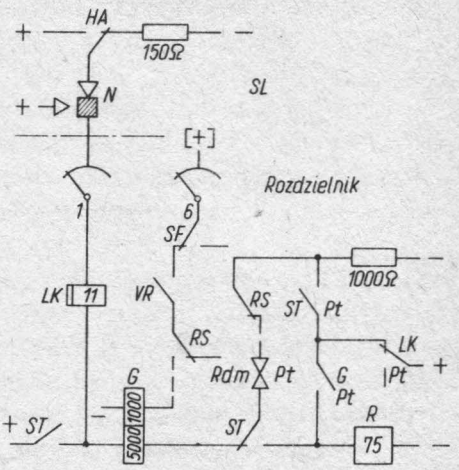
Wskutek przedłużenia łącza *AbA* do wybieraka grupowego pierwszego do przewodów rozmównych „—" i „+" zostają przyłączone symetryczne zwojnice przekaźnika impulsującego *A*. Przekaźnik ten przyciągnął w czasie próby wybieraka dokonywanej przez zespół kontrolny; dzięki dołączeniu do jego zwojnic pętli łącza *AbA* będzie on nadal czynny. Przekaźnik *A* zamyka obwód przekaźnika kontrolnego *B*, a ten przyłącza plus baterii do przewodu próbnego *p*, dzięki czemu powstaje obwód podtrzymania

dla przekaźnika próbnego *HA* (lub *HB*) szukacza liniowego i przekaźnika odłącznego *K* w wyposażeniu *AbA*.

Przekaźnik *K* odłącza zwojnicę przekaźnika *L* od przewodów łącza abonenckiego, wskutek czego ten ostatni zwalnia i przerywa obwód działania przekaźnika startowego oraz dołącza licznik abonencki do przewodu *Md* lub *Mg*.

Zwolnienie zespołu kontrolnego następuje w rzeczywistości nieco wcześniej, niż w chwili zwolnienia przekaźnika startowego. Mianowicie w chwili zamknięcia obwodu podtrzymania dla elektromagnesu ruchu obrotowego zamyka się również obwód przyciągania przekaźnika próbnego *G* (rys. 8.11).

Przekaźnik ten podtrzymuje się wysokoomową zwojnicą (rys. 8.13), dzięki temu, że do odpowiadającego omawianemu szukaczowi liniowemu styku w wieńcu próbnym rozdzielnika jest przyłączony, przez zestyk czołowy *N*, plus baterii. Przekaźnik *G* zamyka obwód elektromagnesu rozdzielnika, który zostaje wzbudzony i przerywa, za pomocą przerywacza *Rdm*, obwód przekaźnika *G*. Przekaźnik *G* odłącza plus od zwojnicy elektromagnesu, który zwalnia, wskutek czego szczotki rozdzielnika przesuwają się o jeden krok do przodu i zamyka się zestyk przerywacza *Rdm*. Jeżeli szukacz liniowy, dołączony do pozycji, na której się zatrzymały szczotki rozdzielnika, jest zajęty, to do przewodu próbnego jest przyłączony plus baterii i przekaźnik *G* zostaje wzbudzony wywołując nowy cykl pracy elektromagnesu rozdzielnika.



Rys. 8.13. Wyszukanie wolnego szukacza liniowego przez rozdzielnik wywołań

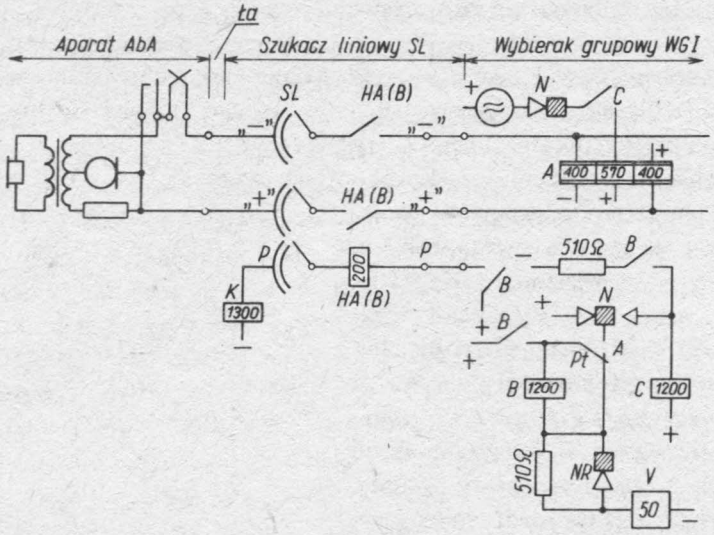
W opisany sposób szczotki rozdzielnika będą przesuwane po stykach pola w poszukiwaniu wolnego szukacza liniowego, nacechowanego minusem baterii. Gdy to się stanie, przekaźnik *G* nie zostanie wzbudzony i ruch szczotek rozdzielnika ustanie. Należy zauważyć, że dzięki współdziałaniu przekaźnika *G* z elektromagnesem ruch szczotek rozdzielnika jest stosunkowo wolny, co korzystnie wpływa na jego trwałość.

Jeżeli w czasie szukania przez rozdzielnik wolnego szukacza liniowego zespół kontrolny zostanie wyznaczony do pracy, to uruchomiony przekaźnik *ST* zamyka obwód napędu rozdzielnika przez własny przerywacz. Dzięki temu szczotki zwiększają prędkość ruchu obrotowego do 50 kroków na sekundę.

Próby szukacza liniowego dokonuje szybkodziałający przekaźnik próbny *LK* o budowie i sposobie działania podobnym do budowy i sposobu działania przekaźnika *VT*.

8.4.2. Opis przebiegu wybierania grupowego

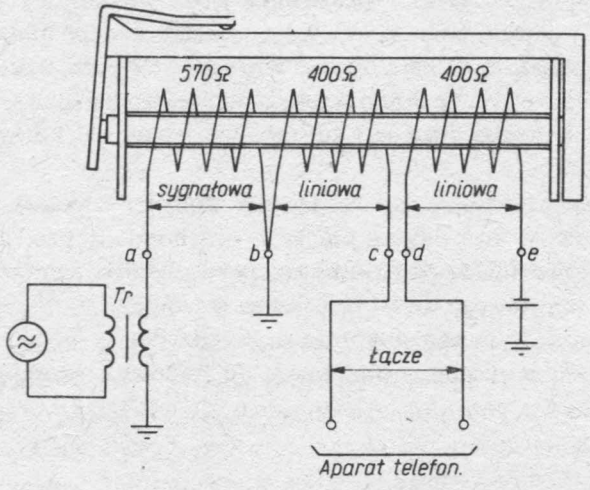
Stan wybieraka grupowego pierwszego, po przedłużeniu do niego drogi połączeniowej pokazano na rys. 8.14.



Rys. 8.14. Układ odbioru impulsów wybierczych przez wybierak grupowy 32AB

Przekaźnik *C* przyłącza do zwojnicy sygnałowej przekaźnika impulsującego *A* źródło **sygnału zgłoszenia centrali**. Zwojnica sygnałowa pracuje w charakterze uzwojenia pierwotnego transformatora natomiast dwie pozostałe zwojnice, zwane liniowymi, pełnią rolę połówek uzwojenia wtórnego. Zwojnice te są przyłączone do przewodów toru abonenckiego, zakończonego aparatem telefonicznym (rys. 8.15).

Prąd przemienny sygnałowy, płynąc przez zwojnicę sygnałową wywołuje w zwojni-



Rys. 8.15. Nadawanie sygnałów tonowych do aparatu abonenckiego

cach liniowych siły elektromotoryczne o zgodnych zwrotach, które powodują przepływ przez łącze i aparat abonencki prądu przemiennego sygnałowego na tle prądu stałego, zasilającego mikrofon. Prąd ten indukuje w uzwojeniu wtórnym transformatora telefonicznego siłę elektromotoryczną, która wywołuje przepływ prądu sygnałowego przez słuchawkę aparatu telefonicznego, a ta wytwarza charakterystyczny ton.

W opisany sposób są nadawane przez łącznicę pozostałe **sygnały informacyjne,** jak **sygnał zajętości, zwrotny sygnał wywołania** i inne.

Ze względu na możliwość powstania przeników w innych łączach wymagane jest zachowanie symetrii obu zwojnic liniowych przekaźnika impulsującego, co uzyskuje się dzięki odpowiedniemu ich nawinięciu.

AbA, odebrawszy sygnał zgłoszenia centrali, nadaje tarczą numerową numer łącza *AbB*. Odbiór serii impulsów wybierczych przez wybierak grupowy odbywa się w układzie przedstawionym na rys. 8.14.

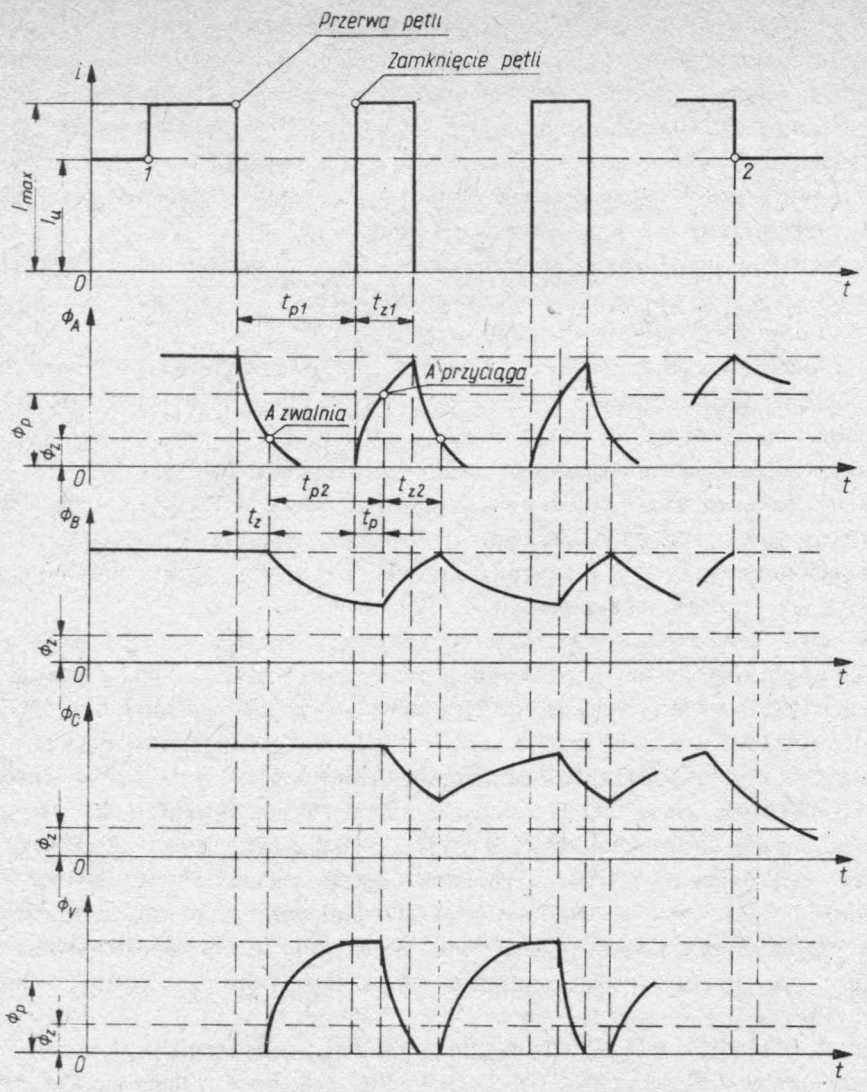
Przebieg impulsowania oraz jego skutki przedstawiono na rys. 8.16.

Przed rozpoczęciem impulsowania prąd w pętli łącza abonenckiego ma wartość maksymalną I_{max}, uzyskaną dzięki zwarciu obwodu rozmównego aparatu przez zestyk zwierający tarczy numerowej. Również strumień magnetyczny przekaźnika impulsującego A ma wartość maksymalną.

W chwili rozpoczęcia się pierwszej przerwy pętli, spowodowanej otwarciem się zestyku impulsującego tarczy numerowej, prąd płynący przez zwojnice przekaźnika A zmniejsza się prawie natychmiast do zera, co wywołuje, jak już wiemy, pojawienie się prądów wirowych w rdzeniu przekaźnika. Prądy te podtrzymują zanikający strumień magnetyczny. Po upływie czasu zwalniania t_z strumień zmniejsza się do wartości Θ_z, przy której kotwica przekaźnika zostaje zwolniona. Po ponownym zamknięciu zestyku impulsującego tarczy numerowej prąd i strumień magnetyczny przekaźnika impulsującego zaczynają narastać, przy czym narastanie strumienia będzie opóźnione wskutek oddziaływania siły elektromotorycznej samoindukcji oraz prądów wirowych. Po czasie przyciągania t_p strumień osiąga wartość Φ_p, przy której kotwica przekaźnika zostaje przyciągnięta. Następne impulsy wybiercze są odbierane przez przekaźnik impulsujący w analogiczny sposób.

Jak wynika z rys. 8.16, chwila zwolnienia kotwicy przekaźnika impulsującego A jest przesunięta względem chwili przerwania pętli łącza abonenckiego o czas t_z; analogicznie chwila przyciągnięcia tej kotwicy względem chwili zamknięcia pętli jest przesunięty o czas t_p. Jeśli $t_z = t_p$, to przekaźnik impulsujący odbiera impulsy wybiercze bez zniekształceń; jeśli $t_z \neq t_p$, to następuje **zniekształcenie impulsów.** Zniekształcenie impulsów polega na wydłużeniu czasu trwania przerwy t_{p2} w stosunku do czasu trwania przerwy t_{p1} (i odpowiednio skróceniu czasu zwarcia t_{z2} w stosunku do czasu zwarcia t_{z1}) albo odwrotnie na skróceniu czasu przerwy t_{p2} w stosunku do czasu przerwy t_{p1} (i odpowiednio wydłużeniu czasu zwarcia t_{z2} w stosunku do czasu zwarcia t_{z1}). Inaczej mówiąc, wskutek zniekształceń, które wnosi przekaźnik impulsujący i łącze abonenckie impulsy wysyłane przez zestyk przekaźnika impulsującego mają inny współczynnik impulsowania niż impulsy wybiercze nadawane przez zestyk impulsujący tarczy numerowej.

Jest rzeczą oczywistą, że od łącza oraz od przekaźnika impulsującego wymaga się,



Rys. 8.16. Przebieg działania układu odbioru impulsów wybierczych przez wybierak grupowy 32AB

1 — naciągnięcie krążka tarczy numerowej, *2* — powrót tarczy numerowej do położenia spoczynkowego, Φ_A — strumień przekaźnika *A*, Φ_B — strumień przekaźnika *B*, Φ_C — strumień przekaźnika *C*, Φ_V — strumień elektromagnesu *V*, Φ_p — strumień przyciągania kotwicy, Φ_z — strumień zwalniania kotwicy, tp_1 — czas przerwy impulsu na zestyku tarczy numerowej, t_{z1} — czas zwarcia impulsu na zestyku tarczy numerowej, t_{z2} — czas przerwy impulsu na zestyku przekaźnika impulsującego *A*, t_{z2} — czas zwarcia impulsu na zestyku przekaźnika impulsującego *A*

aby nie powodowały zniekształceń impulsów wybierczych, względnie, aby zniekształcenia te były możliwie małe. Jak już powiedziano warunek taki będzie spełniony wówczas, gdy czas przyciągania przekaźnika będzie równy czasowi zwalniania.

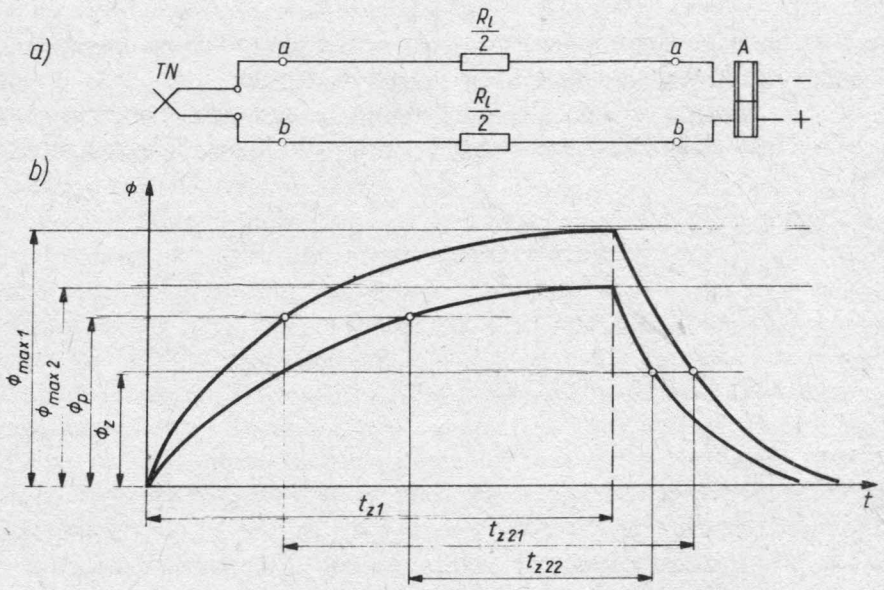
Jak wiemy z poprzednich rozdziałów, czasy te zależą od odpowiednich stałych czasowych przekaźnika oraz współczynników zapasów (na przyciąganie i zwalnianie), a te — od budowy i regulacji przekaźnika oraz charakteru obwodu działania przekaźnika. Typowy przekaźnik impulsujący powinien zatem mieć zwojnicę o niezbyt dużej

indukcyjności, nawiniętą na cewce z boczkami wykonanymi z materiału izolacyjnego. Kotwica ma często charakterystyczne przewężenie, zapewniające nasycenie obwodu magnetycznego przy stosunkowo niedużej wzbudności, co uniezależnia w znacznej mierze działanie przekaźnika od rezystancji łącza. Obciążenie kotwicy jest stosunkowo małe, a słupek magnetyczny — stosunkowo duży.

Tak wykonany i odpowiednio wyregulowany przekaźnik impulsujący nie zniekształca impulsów wybierczych, ale tylko wówczas, gdy będzie włączony do określonego obwodu. Ponieważ jednym z elementów tego obwodu jest łącze abonenckie, przeto nie można zapewnić w każdym przypadku optymalnych warunków pracy przekaźnika i zniekształcenia impulsów wybierczych są nieuniknione. Można jedynie utrzymać je w pewnych granicach, umożliwiających poprawną pracę wybieraka.

Rozpatrzymy teraz wpływ parametrów łącza na pracę przekaźnika impulsującego.

Podstawowym parametrem jest rezystancja łącza, której zwiększenie powoduje zmniejszenie prądu płynącego w pętli, a tym samym zmniejszenie strumienia magnetycznego przekaźnika, co powoduje skrócenie czasu trwania zwarcia i tym samym wydłużenie czasu przerwy impulsu (rys. 8.17).

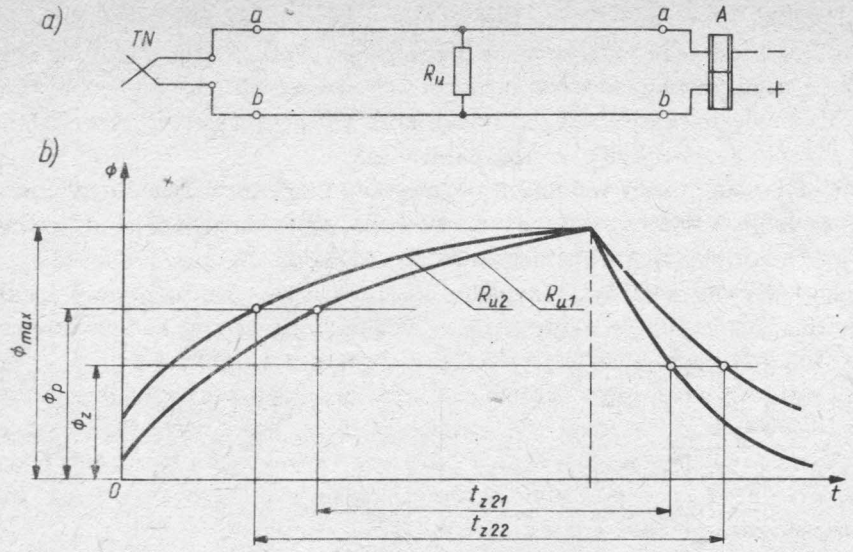


Rys. 8.17. Wpływ rezystancji łącza na pracę przekaźnika impulsującego: *a*) układ; *b*) wykres

Następnym parametrem łącza, mającym istotny wpływ na wielkość zniekształceń impulsów wybierczych, jest upływność przewodów toru abonenckiego (rys. 8.18).

Zwiększenie upływności (czyli zmniejszenie się rezystancji izolacji) wydłuża, jak widać z rys. 8.18, czas trwania zwarcia, a tym samym skraca czas trwania przerwy impulsu.

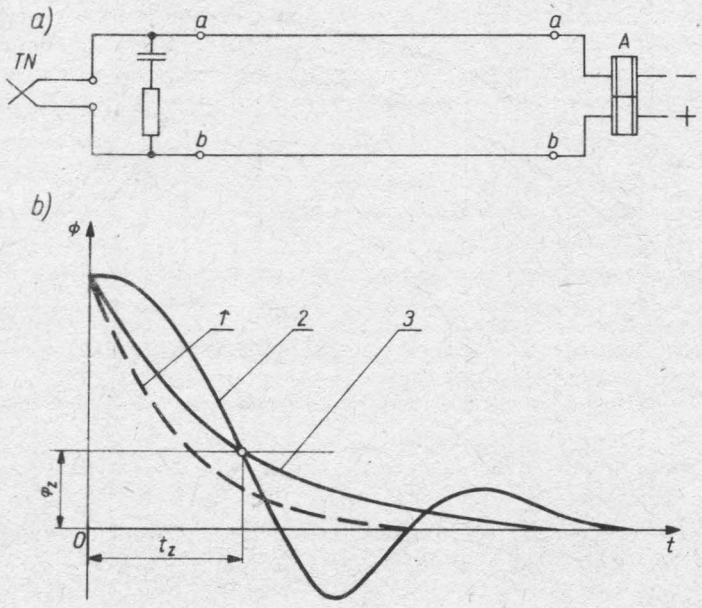
Na rozważenie zasługuje wpływ gasika dołączonego do zestyku impulsującego tarczy numerowej (rys. 8.19). Gasik ma na celu zmniejszenie przepięć występujących



Rys. 8.18. Wpływ upływności łącza na pracę przekaźnika impulsującego: *a*) układ; *b*) wykres

w łączu abonenckim w chwili przerwania obwodu przekaźnika impulsującego oraz zabezpiecza styczki zestyku impulsującego przed iskrzeniem.

Na rys. 8.19 przedstawiono wpływ kondensatora gasikowego na pracę przekaźnika impulsującego, gdy łącze abonenckie ma małą rezystancję i małą upływność.



Rys. 8.19. Wpływ gasika aparatu telefonicznego na pracę przekaźnika impulsującego: *a*) układ; *b*) wykres
1 — bez gasika, *2* — łącze abonenckie o małej rezystancji i małej upływności, *3* — łącze abonenckie o dużej rezystancji i małej upływności

W chwili otwarcia się zestyku impulsującego energia pola magnetycznego przekaźnika impulsującego zostaje przekształcona i zmagazynowana w kondensatorze gasikowym. Płynąc przez zwojnice cewki przekaźnika prąd ładowania kondensatora podtrzymuje działanie przekaźnika impulsującego i skraca czas trwania przerwy impulsu. Następnie kondensator rozładowuje się.

Jeżeli rezystancja łącza jest niewielka, to prąd rozładowania ma znaczną wartość (ujemną), wskutek czego przekaźnik impulsujący może wywołać dodatkowy, fałszywy impuls, wskutek dodatkowego zadziałania.

Rezystancja łącza przeciwdziała powstawaniu oscylacji prądu w obwodzie impulsowania.

Przekaźnik kontrolny *B* kontroluje stan pętli łącza abonenckiego. Ponieważ w czasie impulsowania przekaźnika *A* zwojnica przekaźnika kontrolnego jest pozbawiona zasilania, przeto czas zwalniania tego przekaźnika musi być dostatecznie długi. Uzyskuje się to za pomocą zwierania jego zwojnicy zestykiem rozwiernym przekaźnika *A* w czasie, gdy pętla łącza jest otwarta. Uzyskane w ten sposób opóźnienie zwalniania przekaźnika kontrolnego wynosi 250...350 ms, co w zupełności wystarcza do zapewnienia trzymania kotwicy w czasie impulsowania, tj. okresowych przerw pętli, natomiast nie wystarcza w przypadku długotrwałej przerwy pętli.

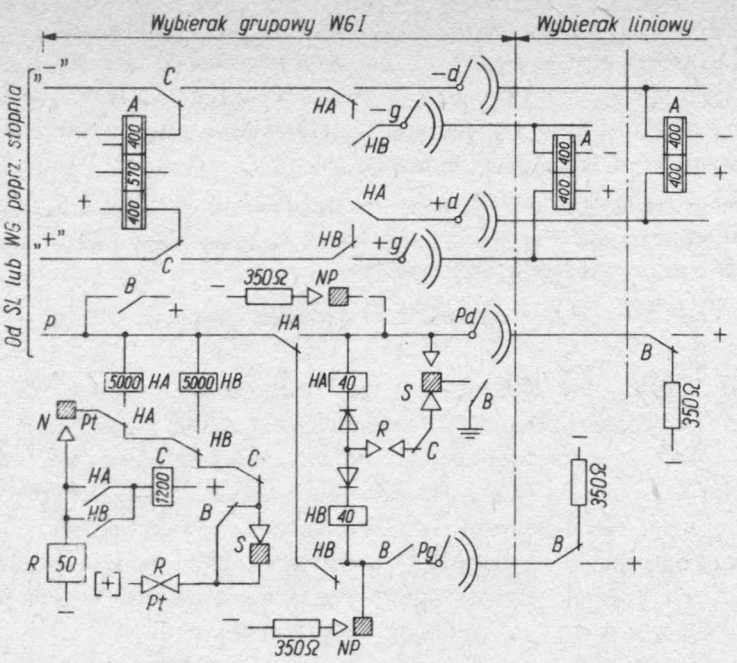
Przekaźnik seryjny *C* reaguje na koniec serii impulsów. Zwojnica przekaźnika seryjnego jest zwierana zestykiem zwiernym przekaźnika *A* w czasie, gdy ten przekaźnik jest wzbudzony. Opóźnienie zwalniania przekaźnika seryjnego wynosi 100...150 ms, co zapewnia trzymanie przekaźnika w czasie impulsowania i zwolnienie, z opóźnieniem, po zakończeniu serii impulsów.

Impulsy wybiercze, odbierane przez przekaźnik impulsujący, są przeznaczone dla elektromagnesu podnoszącego *V* wybieraka (rys. 8.14). W czasie, gdy pętla łącza abonenckiego jest otwarta i przekaźnik impulsujący zwolniony, przez zwojnicę elektromagnesu płynie prąd, który powoduje przyciągnięcie kotwicy i podniesienie zespołu piasty na wysokość pierwszego poziomu. Przełączają się wówczas zestyki czołowe ruchu podnoszącego *N* i zmieniają obwody przekaźników *B* i *C* oraz odłączają źródło sygnału zgłoszenia od zwojnicy przekaźnika *A*.

Czas trwania impulsu odbieranego przez elektromagnes powinien być teoretycznie równy czasowi trwania przerwy powodowanej przez zestyk impulsujący tarczy numerowej. Praktycznie, jak wiemy, wskutek zniekształceń, spowodowanych przez łącze i przekaźnik impulsujący, czas ten jest krótszy lub dłuższy. Najkrótszy impuls powinien mieć czas trwania wystarczający do przyciągnięcia kotwicy przez elektromagnes, zaś impuls najdłuższy nie powinien być dłuższy od czasu zwalniania przekaźnika kontrolnego.

Zwolnienie kotwicy przez elektromagnes następuje w czasie kiedy pętla łącza abonenckiego jest zamknięta, a przekaźnik impulsujący — wzbudzony. Czas ten powinien być z jednej strony wystarczający do zwolnienia kotwicy przez elektromagnes, a z drugiej strony nie powinien być zbyt długi, aby nie nastąpiło zwolnienie przekaźnika seryjnego.

Zwolnienie przekaźnika seryjnego powoduje zamknięcie obwodu napędowego



Rys. 8.20. Układ swobodnego wybierania wybieraka grupowego 32AB

elektromagnesu ruchu obrotowego *R*, wskutek czego rozpoczyna się ruch obrotowy szczotek (rys. 8.20).

Napęd szczotek w ruchu obrotowym jest rozwiązany analogicznie, jak w szukaczu liniowym, tzn. za pomocą przerywacza i nie będzie tu szczegółowo rozważany.

Szczotki poruszają się po stykach wybranego poziomu, przy czym czas postoju na kolejnych pozycjach wynosi kilkanaście milisekund. W tym czasie układ próbny wybieraka dokonuje rozróżnienia czy łącza międzystopniowe albo międzycentralowe, dołączone do wyjść utworzonych ze styków danej pozycji pola stykowego są wolne, czy zajęte.

Jak już wiemy, każda pozycja pola stykowego wybieraka grupowego typu 32AB ma dwa wyjścia: dolne i górne. Stan wyjścia dolnego sprawdza **przekaźnik próbny** *HA*, górnego — *HB*. Przekaźniki te są w czasie ruchu obrotowego szczotek przyłączone na przeciąg pewnego czasu, ograniczonego za pomocą zestyku zwiernego przerywacza *R*, do styków próbnych wybranego poziomu, do których są przyłączone przewody próbne łączy zakończone w wyposażeniu sterującym organów następnego stopnia komutacyjnego lub w zespołach liniowych łączy międzycentralowych.

W systemie 32AB przyjęto, że wolne łącze jest nacechowane minusem baterii przez rezystor o rezystancji 350Ω, przyłączonym do przewodu próbnego *p*, natomiast łącze zajęte — plusem baterii. W starszym systemie 32AA wolne łącze było cechowane brakiem potencjału, czyli izolacją, a zajęte — również plusem baterii. Stąd próbę pierwszego rodzaju nazywa się „próbą na baterię", a próbę drugiego rodzaju —

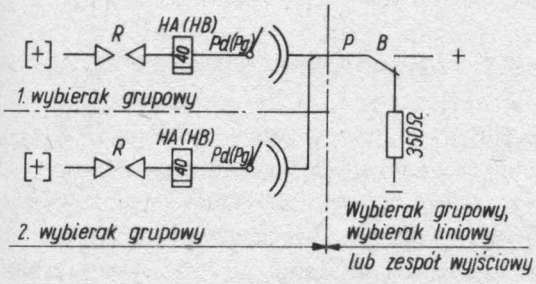
„próbą na izolacji". Ponieważ próba łączy odbywa się w stanie dynamicznym szczotek, przeto jest to próba dynamiczna.

Jeśli szczotki wybieraka znajdują się na pozycji, której obydwa wyjścia są zajęte, żaden z przekaźników próbnych nie zostaje wzbudzony i ruch szczotek jest kontynuowany do czasu osiągnięcia pozycji, która ma chociaż jedno wyjście wolne. Wówczas w zależności od tego, które wyjście jest wolne, zostaje wzbudzony przekaźnik *HA* albo *HB*, a jeśli wolne są obydwa wyjścia — obydwa przekaźniki.

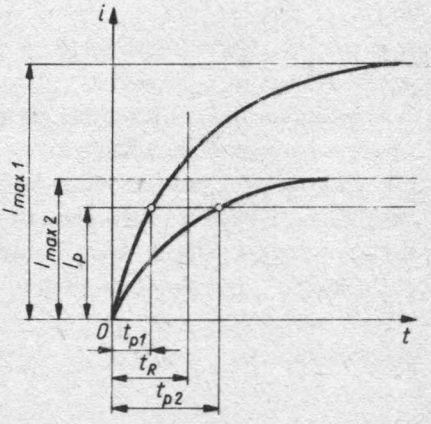
Przekaźnik próbny, który został wzbudzony blokuje zajęte wyjście, zapewnia sobie podtrzymanie za pomocą drugiej, wysokoomowej zwojnicy, przerywa obwód napędowy elektromagnesu ruchu obrotowego i zamyka obwód przekaźnika *C* oraz, wespół z tym ostatnim, przedłuża drogę połączeniową do organu komutacyjnego następnego stopnia albo do zespołu liniowego łącza międzycentralowego. Jeśli tak się złożyło, że wolne były obydwa wyjścia, dolne i górne, podtrzymuje się przekaźnik *HA*, który przerywa obwód podtrzymania przekaźnika *HB*, dzięki czemu zajęte zostanie łącze przyłączone do wyjścia dolnego. Blokada zajętego wyjścia polega na dołączeniu plusa baterii przez niskoomową zwojnicę przekaźnika próbnego do przewodu próbnego *p*. Zastosowane w omawianym układzie przekaźniki próbne muszą w związku z tym być przekaźnikami szybkodziałającymi; ich czasy przyciągania są krótsze od 10 ms. Uzyskano to dzięki odpowiedniej budowie samych przekaźników (mała indukcyjność zwojnicy niskoomowej, przedni boczek z materiału izolacyjnego, rdzeń bez nabiegunnika) oraz odpowiedniemu obwodowi działania (brak w obwodzie elementów indukcyjnych, duży prąd ustalony i dzięki temu duża wartość współczynnika zapasu na przyciąganie).

Ponieważ w praktyce zdarza się synchroniczny ruch szczotek wybieraków grupowych tego samego stopnia po stykach tego samego poziomu, przeto przekaźniki próbne muszą spełniać warunek „nieprzyciągania dwóch naraz" (rys. 8.21), aby nie miały miejsca przypadki zajmowania tego samego organu przez dwa inne organy. Uzyskano to przez ograniczenie czasu próby, za pomocą zestyku zwieranego przerywacza (rys. 8.22).

W przypadku próby dokonywanej przez jeden organ prąd w obwodzie przekaźni-



Rys. 8.21. Jednoczesna próba tego samego łącza przez dwa wybieraki grupowe 32AB

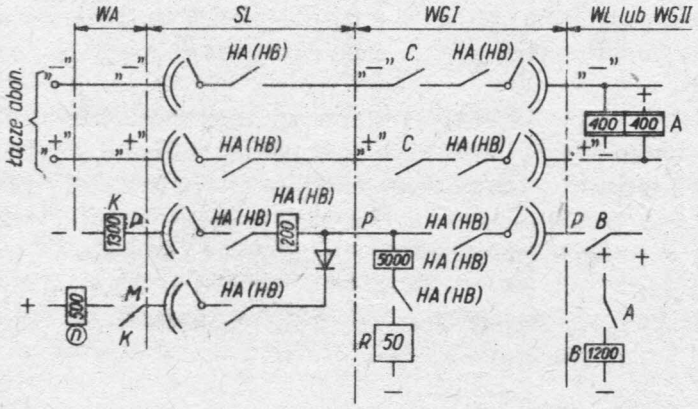


Rys. 8.22. Wykres narastania prądu w obwodzie przekaźnika próbnego wybieraka grupowego 32AB

ka próbnego narasta szybko i osiąga wartość przyciągania I_p po czasie t_{p1} krótszym od czasu t_R, w ciągu którego zestyk przerywacza jest zamknięty. Jeśli próby dokonują dwa organy, prądy w obwodach przekaźników próbnych narastają wolniej i nie osiągają wartości przyciągania I_p przed upływem czasu t_R ($t_{p2} > t_R$). Żaden z przekaźników próbnych nie zostaje wzbudzony i szczotki przesuwają się na następną pozycję.

Wskutek przedłużenia drogi połączeniowej przez wybierak grupowy pierwszy następuje zajęcie organu następnego stopnia łączenia (wybieraka grupowego drugiego albo wybieraka liniowego) w obwodzie utworzonym z przewodów rozmównych „—" i „+" drogi połączeniowej, pętli łącza abonenckiego i aparatu abonenckiego. W organie tym zostają wzbudzone kolejno następujące przekaźniki: impulsujący *A*, kontrolny *B* i seryjny *C*, przy czym przekaźnik *B* odłącza od przewodu próbnego *p* minus baterii, a przyłącza plus. W ten sposób wybrane łącze międzystopniowe i związany z nim organ komutacyjny lub zespół liniowy zostają uniedostępnione dla innych wybieraków grupowych, czyli zablokowane, co jest konieczne, gdyż w wybieraku grupowym pierwszym zwalniają przekaźniki *A* i *B*.

Plus baterii, dołączony do przewodu próbnego *p*, zapewnia podtrzymanie przekaźnika próbnego *HA* lub *HB* wybieraka grupowego pierwszego, przekaźnika próbnego *HA* lub *HB* szukacza liniowego i przekaźnika odłącznego wyposażenia abonenckiego (rys. 8.23).

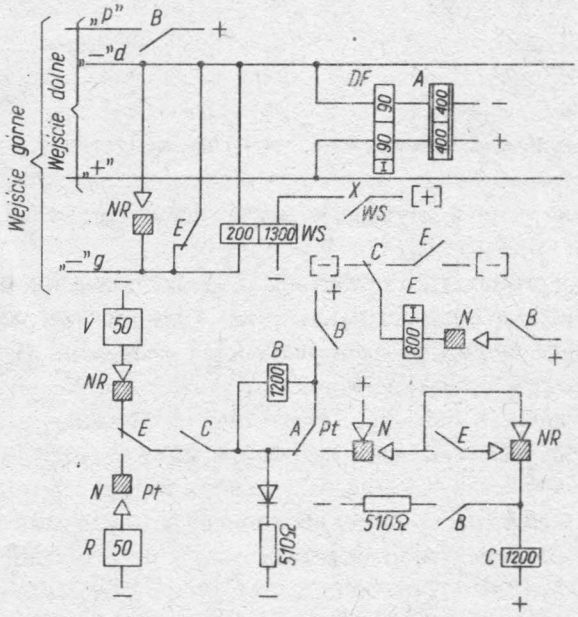


Rys. 8.23. Stan drogi połączeniowej po odebraniu pierwszej cyfry numeru abonenta żądanego

Jeżeli w następnym stopniu komutacyjnym znajdują się organy z próbą na izolację, to obwody działania przekaźników próbnych zamykają się lokalnie, wewnątrz wybieraka grupowego, poprzez dodatkowe rezystory o rezystancji 350Ω i zestyki czołowe *NP*, zamykane na tych poziomach wybieraka grupowego, do wyjść których są dołączone wiązki łączy zakończonych organami lub zespołami liniowymi z próbą na izolację.

8.4.3. Opis przebiegu wybierania liniowego

Zajęcie wybieraka może się dokonać przez wejście dolne („—d" „+") albo górne („—g", „+"). W obu przypadkach zostaje wzbudzony przekaźnik *A*, który zamyka obwód przekaźnika kontrolnego *B*, a ten — seryjnego *C*. Przekaźnik *B* przyłącza plus baterii do przewodu *p*, natomiast przekaźnik *C* przygotowuje obwód pracy elektromagnesu ruchu podnoszącego (rys. 8.24).



Rys. 8.24. Układ odbioru impulsów wybierczych przez wybierak liniowy 32AB

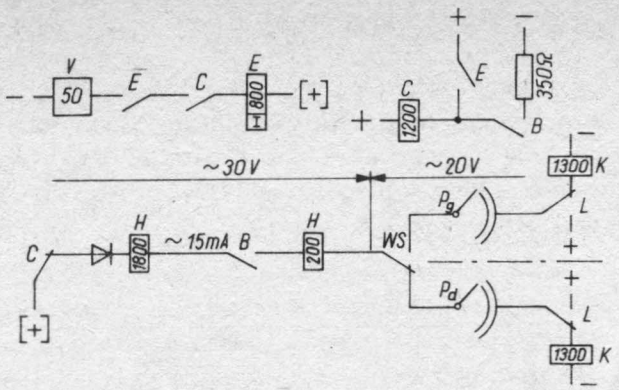
Odbiór serii impulsów wybierczych, odpowiadających przedostatniej cyfrze numeru *AbA*, odbywa się w analogiczny sposób, jak odbiór serii takich impulsów przez elektromagnes ruchu podnoszącego wybieraka grupowego.

Prostownik w obwodzie zwojnicy przekaźnika *B* zapobiega opóźnieniu na zwalnianie elektromagnesu, co mogłoby mieć miejsce wskutek oddziaływania siły elektromotorycznej samoindukcji elektromagnesu (ruchu podnoszącego i ruchu obrotowego).

Po odebraniu tej serii zwalnia przekaźnik seryjny *C*, zostaje wzbudzony przekaźnik pomocniczy *E* i przygotowuje obwód elektromagnesu ruchu obrotowego *R*, który odbiera serię impulsów wybierczych, odpowiadającą ostatniej cyfrze numeru *AbB*. Ruch obrotowy szczotek wybieraka liniowego jest zatem ruchem wymuszonym.

Po wzbudzeniu przekaźnika *E* powstaje obwód dla zwojnicy przekaźnika przełączającego szczotki *WS*, jeżeli wybierak został zajęty przez wejście górne. Przekaźnik *WS* podtrzymuje się i przyłącza wyposażenie wybieraka do górnego kompletu szczotek.

Po odebraniu ostatniej serii impulsów wybierczych szczotki wybieraka stoją na pozycji, na której znajdują się styki, do których jest dołączone łącze abonenta żądanego.

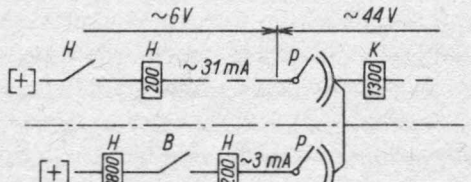


Rys. 8.25. Próba łącza abonenta żądanego przez wybierak liniowy 32AB

Zwolnienie przekaźnika seryjnego *C* zamyka obwód próby łącza abonenta żądanego (rys. 8.25).

Przekaźnikiem próbnym jest przekaźnik *H*. Wolne łącze abonenckie jest nacechowane na przewodzie *p* minusem baterii przez 1300-omową zwojnicę przekaźnika odłącznego *K*, należącego do wyposażenia łącza abonenckiego, a łącze zajęte — plusem baterii przez 200-omową zwojnicę przekaźnika próbnego innego wybieraka liniowego albo szukacza liniowego. Prostownik w obwodzie próbnym zapobiega wzbudzeniu przekaźnika *H* od baterii licznikowej, która jest przyłączona do przewodu próbnego w chwili zaliczania. Próba odbywa się w warunkach statycznych (szczotki nie są w ruchu) i stąd jej nazwa: **próba statyczna na baterię.** Czas dokonywania próby jest ograniczony do czasu zwalniania przekaźnika *E*; po zwolnieniu tego przekaźnika ponownie zostaje wzbudzony przekaźnik *C* i obwód próby zostaje przerwany. Uniemożliwia to jałowe zajmowanie organów komutacyjnych przez *AbA* w oczekiwaniu na zwolnienie się łącza *AbB*, które miałoby miejsce w przypadku braku takiego ograniczenia.

Przekaźnik próbny po wzbudzeniu zwiera wysokoomową zwojnicę i zmienia ujemny potencjał styku próbnego na potencjał pośredni, blokując w ten sposób łącze abonenckie. Gdyby teraz inny wybierak liniowy dokonywał próby łącza *AbB* jego przekaźnik próbny nie zostanie wzbudzony, gdyż prąd płynący przez jego zwojnice jest do tego celu niewystarczający (rys. 8.26).

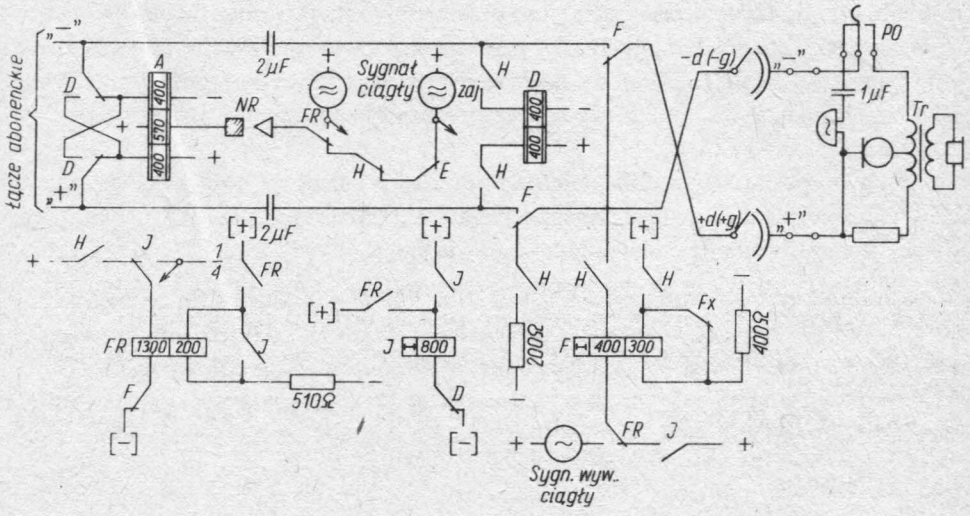


Rys. 8.26. Próba łącza abonenta żądanego zajętego innym połączeniem

Gdyby jednak zdarzyło się tak, że dwa wybieraki liniowe dokonują próby tego samego łącza abonenckiego dokładnie w tym samym czasie, to przekaźniki próbne obu wybieraków zadziałają, gdyż nie spełniają one warunku „nieprzyciągania dwóch naraz". Jest to jednak przypadek bardzo mało prawdopodobny.

W przypadku gdy łącze abonenta żądanego jest zajęte, przekaźnik próbny nie zostaje wzbudzony i po zwolnieniu przekaźnika *E* do abonenta wywołującego zostaje wysłany sygnał zajętości. Wysyłanie tego sygnału odbywa się w sposób podobny, jak wysyłanie sygnału zgłoszenia przez wybierak grupowy pierwszy.

Jeśli natomiast łącze *AbB* jest wolne, działa przekaźnik próbny i przyłącza do niego układ dzwonienia, który wysyła sygnał wywołania (rys. 8.27), a do *AbA* — zwrotny sygnał wywołania, w sposób, w jaki są wysyłane pozostałe tonowe sygnały informacyjne.



Rys. 8.27. Układ wywołania łącznicy miejskiej systemu 32AB

Przekaźnik *H* zamyka obwód działania przekaźnika wstępnego dzwonienia *FR*, który dołącza źródło prądu dzwonienia do przewodów łącza abonenckiego. Jeden biegun źródła jest uziemiony; jak wiadomo uziemiony jest również dodatni biegun centralnej baterii. Przewód powrotny obwodu dzwonienia jest dołączony, przez rezystor, do minusa baterii, a zatem w obwodzie tym występują dwa źródła prądu elektrycznego połączone szeregowo: źródło prądu dzwonienia i centralna bateria. Łącze abonenckie jest zakończone aparatem telefonicznym; w czasie wysyłania sygnału wywołania aparat ten znajduje się w stanie spoczynku. Do przewodów łącza jest więc przyłączony obwód sygnalizacyjny aparatu, złożony z kondensatora i dzwonka polaryzowanego lub elementu albo układu równoważnego.

W obwodzie dzwonienia znajduje się zwojnica **przekaźnika *F* urywającego dzwonienie,** który charakteryzuje się dużą zwłoką na przyciąganie.

Po zadziałaniu przekaźnika *FR* popłynie w obwodzie dzwonienia prąd przemienny; prąd stały natomiast nie popłynie, gdyż nie pozwoli na to kondensator aparatu telefonicznego. Następnie zostaje wzbudzony przekaźnik *J*, który zwiera niskoomową zwojnicę przekaźnika *FR*, dzięki czemu ten ostatni zwalnia z opóźnieniem. Druga zwojnica przekaźnika *FR* zostaje dołączona do wyjścia impulsatora, który dołącza do niej plus baterii w rytmie 1/4. Dzięki temu przekaźnik *FR* będzie wzbudzany okresowo, co 4 s na przeciąg 1 s.

Dzięki opisanym wyżej przebiegom na łącze abonenckie zostaje wysłane najpierw (przez czas opóźnionego zwalniania przekaźnika *FR*) tzw. „wstępne dzwonienie", a potem — „okresowe dzwonienie". Wstępne dzwonienie jest bardzo użyteczne, gdyż skraca czas oczekiwania na zgłoszenie się *AbB* oraz umożliwia dokonanie zajęcia zespołu liniowego stanowiącego zakończenie łącza w przypadku, gdy służy ono do współpracy z centralą abonencką.

Prąd przemienny, płynący w obwodzie dzwonienia nie jest w stanie uruchomić przekaźnika *F*, gdyż zwłoka na przyciąganie tego ostatniego wynosi ok. 80 ms. W ciągu tak długiego okresu czasu prąd przemienny kilkakrotnie zmienia swój zwrot, wskutek czego strumień magnetyczny przekaźnika nie osiąga wartości wymaganej do przyciągnięcia kotwicy. Okresowe dzwonienie jest wysyłane zamiast dzwonienia ciągłego dla zmniejszenia obciążenia generatora prądu dzwonienia, który dzięki temu może mieć mniejszą moc.

W chwili podniesienia mikrotelefonu przez *AbB* następuje odłączenie od przewodów łącza obwodu sygnalizacyjnego aparatu i przyłączenie obwodu rozmównego, dzięki czemu w obwodzie dzwonienia pojawia się prąd stały. Przekaźnik *F* przyciąga i zestykiem F_x rozwiera drugą zwojnicę, zapewniając sobie podtrzymanie. Innymi zestykami przekaźnik ten odłącza układ dzwonienia od łącza abonenckiego i przyłącza je do zwojnic **przekaźnika zasilającego** aparat abonenta żądanego, *D*. Przekaźnik *D* zostaje wzbudzony.

Zwojnice przekaźnika *D*, podobnie jak zwojnice przekaźnika *A*, są nawinięte symetrycznie. Wraz z kondensatorami, włączonymi do przewodów rozmównych przekaźniki *A* i *D* tworzą mostek zasilający, którego zadaniem jest zasilanie aparatów abonenckich, nadzorowanie stanu łączy abonenckich i sprzęgnięcie ich ze sobą, w celu utworzenia obwodu rozmównego. Elementy mostka, tj. kondensatory i przekaźniki, powodują pewne tłumienie prądów rozmównych, tym mniejsze im większa jest pojemność kondensatorów i indukcyjność zwojnic przekaźników zasilających. Ponieważ, jak wiadomo, przekaźnik *A* jest jednocześnie przekaźnikiem impulsującym, którego zwojnice powinny mieć możliwie małą indukcyjność, przeto rozwiązanie konstrukcyjne tego przekaźnika z konieczności musi stanowić pewien kompromis.

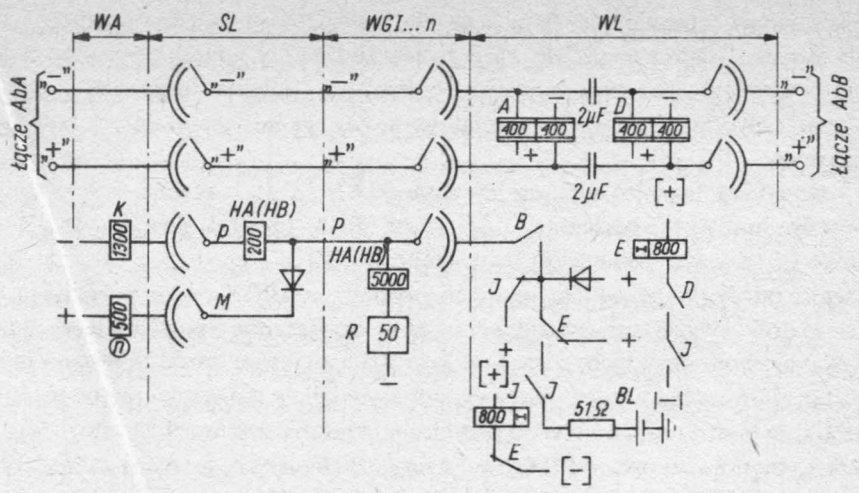
Zadziałanie przekaźnika *D* powoduje wzbudzenie przekaźnika *E*, a to — zwolnienie przekaźnika *J* (rys. 8.28).

Przekaźniki *E* i *J* przyłączają plus baterii licznikowej *BL* do przewodu próbnego *p* wskutek czego przez zwojnicę licznika *AbA* popłynie prąd elektryczny i spowoduje jego zadziałanie. Licznik zarejestruje jedną jednostkę taryfową.

W czasie zaliczania zwojnice działających przekaźników próbnych organów komutacyjnych, tworzących drogę połączeniową, znajdują się chwilowo pod działaniem sumarycznego napięcia baterii centralnej i baterii licznikowej, co jednakże nie zakłóca ich pracy.

Przekaźnik *E* przerywa obwód przekaźnika *J*, który z opóźnieniem zwalnia i przerywa obwód przekaźnika *E*, który również zwalnia. Tak więc impuls licznikowy trwa tyle czasu, ile wynosi czas zwalniania przekaźnika *J*.

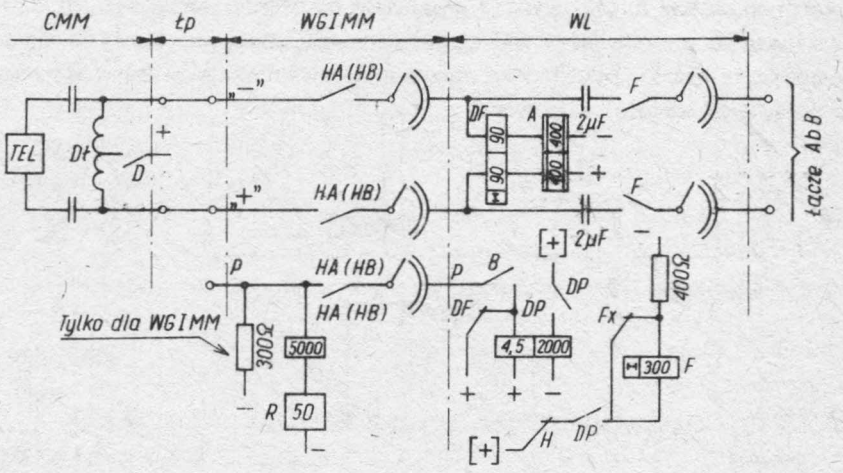
Należy zwrócić uwagę, że w czasie wysyłania impulsu licznikowego do przewodu *p* jest dołączony, przez prostownik, plus baterii centralnej. Zapewnia on podtrzymanie



Rys. 8.28. Zaliczanie i rozmowa

przekaźników próbnych, a tym samym i drogi połączeniowej w przypadku braku napięcia baterii licznikowej (np. przepalenie się bezpiecznika).

Jak już powiedziano wcześniej, w przypadku zajętości łącza abonenta żądanego abonent wywołujący otrzymuje sygnał zajętości, po czym odkłada mikrotelefon. Jeżeli jednak połączenie zestawia telefonistka międzymiastowa, może ona dokonać oferowania połączenia międzymiastowego (rys. 8.29).



Rys. 8.29. Oferowanie połączenia międzymiastowego

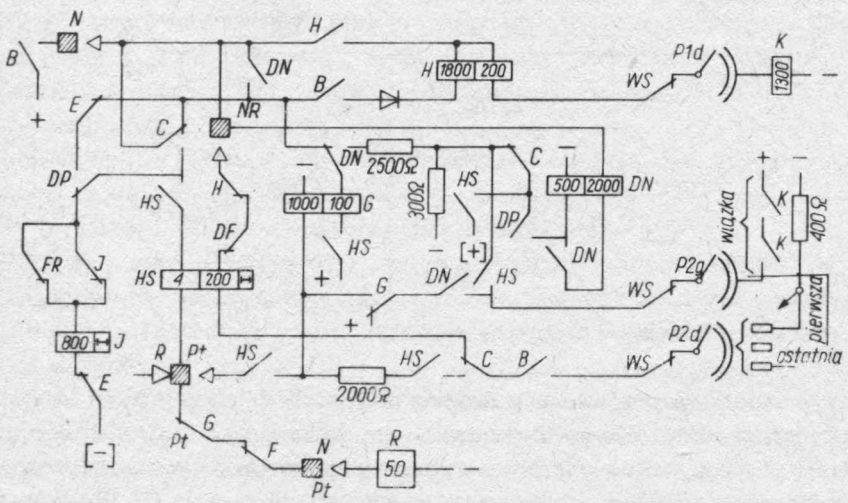
Telefonistka międzymiastowa powoduje w tym celu dołączenie plusa baterii, czyli ziemi, do przewodów łącza międzycentralowego, łączącego centralę międzymiastową z centralą miejską, wskutek czego w wybieraku liniowym przyciąga kotwicę różnicowo włączony do obwodu rozmównego **przekaźnik oferowania** *DF*. Przekaźnik ten rozwiera niskoomową zwojnicę przekaźnika *DP*, który rozwiera zwojnicę przekaźni-

ka *F*. Działający przekaźnik *F* przyłącza „na trzeciego" obwód rozmówny telefonistki do obwodu rozmównego, do którego jest dołączony aparat abonenta żądanego. Aby poinformować rozmawiających abonentów o dołączeniu się telefonistki, dołącza się do obwodu rozmównego specjalny tonowy sygnał informacyjny, tzw. **sygnał ostrzegawczy.**

Automatyczne łącznice miejskie systemu 32AB są wyposażone w dwa rodzaje wybieraków liniowych: **normalne** *WLN* i tzw. **PBX-owe** (od słów Private Branch Exchange — centrala abonencka), oznaczone *WLX*.

Różnice między wybierakiem liniowym normalnym a PBX-owym polegają na tym, że do setki dolnej wyjść tych ostatnich mogą być przyłączone **wiązki zbiorowe** (inaczej PBX-owe) łączy abonenckich, liczące od 2 do 10 łączy, które oprócz **numerów indywidualnych** mają wspólny numer zbiorowy, odpowiadający numerowi pierwszego łącza wiązki. Łącza te służą przeważnie do przyłączania łącznic abonenckich. Po ustawieniu szczotek wybieraka liniowego PBX-owego na pozycji pierwszego łącza wiązki zbiorowej, odbywa się próba jego stanu i jeżeli jest ono zajęte następuje samoczynne przejście szczotek na pozycję, do której jest przyłączone następne łącze wiązki. W ten sposób wybierak liniowy PBX-owy dokonuje sprawdzenia kolejnych łączy wiązki, aż do znalezienia łącza wolnego. W razie braku wolnych łączy w wiązce szczotki zatrzymują się na pozycji ostatniego łącza wiązki, a *AbA* otrzymuje sygnał zajętości.

W przypadku, kiedy połączenia dokonuje telefonistka międzymiastowa wybierak liniowy PBX-owy rozróżnia, czy łącze jest zajęte przez połączenie miejscowe czy międzymiastowe. W razie zajęcia wszystkich łączy wiązki połączeniami miejscowymi i międzymiastowymi, szczotki zatrzymują się na pozycji pierwszego w kolejności łącza, zajętego połączeniem miejscowym (z wyjątkiem pierwszego łącza wiązki), a w przypadku zajęcia wszystkich łączy wiązki połączeniami międzymiastowymi, na pozycji ostatniego łącza wiązki. Telefonistka międzymiastowa może wówczas dokonać oferowania połączenia międzymiastowego.



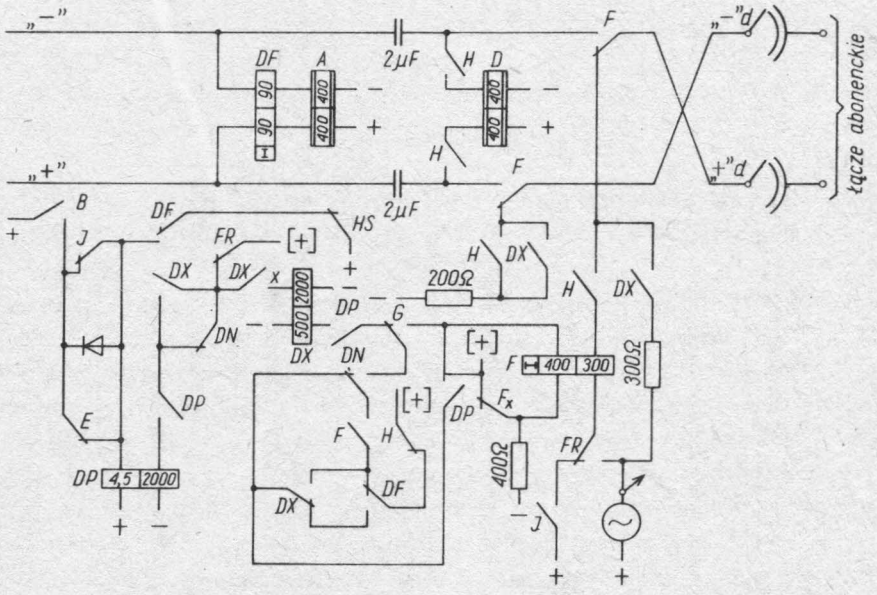
Rys. 8.30. Wybieranie łącza należącego do wiązki zbiorowej

Wybierak liniowy PBX-owy ma 4 pary szczotek, a jego pole stykowe składa się z 4 segmentów. Dodatkowe styki pola są wykorzystywane następująco:

a) styk w polu *P2g*, odpowiadający pierwszemu łączu wiązki służy do przyłączenia łańcucha szeregowo połączonych zestyków zwiernych przekaźników odłącznych *K* wyposażeń abonenckich poszczególnych łączy tworzących wiązkę; po zajęciu wszystkich łączy wiązki styk ten jest nacechowany plusem baterii

b) styk w polu *P2d*, odpowiadający pierwszemu łączu wiązki jest nacechowany minusem baterii, a styk odpowiadający ostatniemu łączu wiązki — plusem.

Uproszczone fragmenty schematu wybieraka liniowego PBX-owego oraz charakterystyczne przebiegi schematowe przedstawiono na rys. 8.30, 8.31 i 8.32. Do przedstawienia przebiegów schematowych wykorzystano specjalne wykresy, tzw. funktogramy, w których przekaźnikowi działającemu odpowiada symbol ●, a nie działającemu — ○.

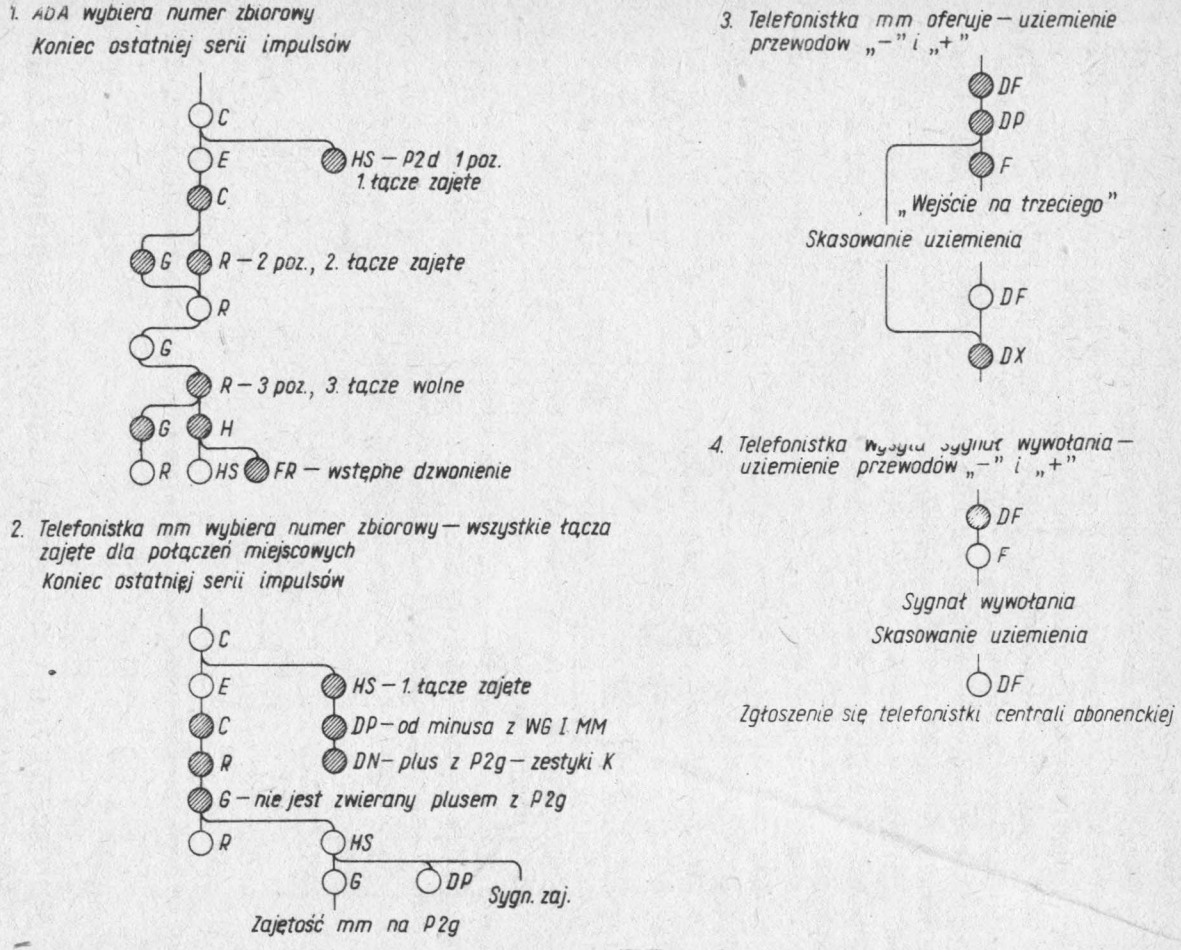


Rys. 8.31. Oferowanie połączenia międzymiastowego za pośrednictwem wybieraka liniowego WLX-32AB

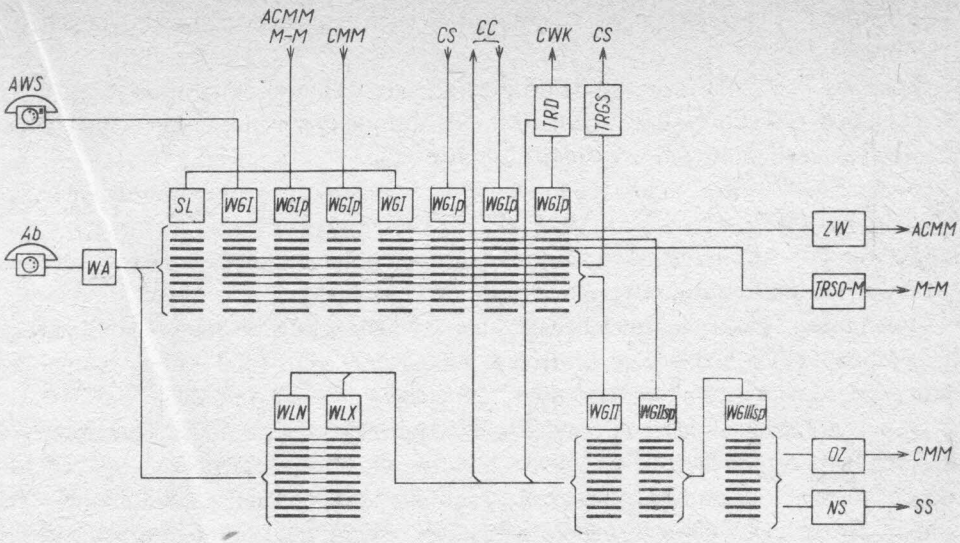
8.5. Automatyczna centrala telefoniczna systemu 32AB odosobniona

Automatyczne centrale telefoniczne miejskie systemu 32AB mogą być centralami odosobnionymi albo mogą pracować w układach wielocentralowych.

Centrala odosobniona jest to centrala miejska obsługująca abonentów, znajdujących się na obszarze określonego miasta i nie współpracująca bezpośrednio z innymi równorzędnymi centralami miejskimi. Schemat łącznicy systemu 32AB dla centrali odosobnionej przedstawiono na rys. 8.33.



Rys. 8.32. Funktogramy działania wybieraka liniowego WLX-32AB; łącza wiązki zajęte dla połączeń miejscowych



Rys. 8.33. Układ zasadniczy automatycznej łącznicy telefonicznej miejskiej odosobnionej systemu 32AB

Łącznica jest zbudowana ze stopnia szukania liniowego *SL*, stopni wybierania grupowego *WGI*, *WGIp*, *WGII*, *WGIIsp* i *WGIIIsp* oraz stopnia wybierania liniowego *WL*.

Łącza abonenckie, zebrane w grupy 200 NN są obsługiwane przez grupy szukaczy liniowych *SL* i wybieraków liniowych normalnych i PBX-owych.

Aparaty wrzutowe mogą być włączone tak jak aparaty końcowe do pola szukaczy liniowych albo bezpośrednio przyłączone do wybieraków grupowych pierwszych.

Wybieraki grupowe pierwsze dzielą się na wybieraki połączone na sztywno z szukaczami liniowymi *SL* oraz na tzw. wybieraki grupowe przyjściowe *WGIp*, do których są przyłączone łącza międzycentralowe przychodzące od centrali międzymiastowej ręcznej *CMM*, automatycznej centrali międzymiastowej *ACMM*, tzw. systemu międzymiastowego „miasto-miasto" *M-M*, tzw. central satelitowych *CS*, podporządkowanych centrali odosobnionej oraz dużych central abonenckich, central cząstkowych *CC*, stanowiących rodzaj central satelitowych o małej pojemności oraz central wiejskich końcowych *CWK*.

Współpraca ze służbami specjalnymi oraz z centralą międzymiastową ręczną odbywa się za pomocą dodatkowych stopni grupowych *WGIIsp* i *WGIIIsp*, do których są przyłączone łącza międzycentralowe wychodzące do tej centrali oraz do służb specjalnych.

Dostęp do urządzeń systemu „miasto-miasto" oraz automatycznej centrali międzymiastowej zapewniają wiązki łączy przyłączone do pola stopnia *WGI*.

Łącza międzycentralowe wychodzące i przychodzące są wyposażone w odpowiednie zespoły liniowe (translacje) wyjściowe i przyjściowe.

Jak widać z rys. 8.33 wykorzystanie poziomów pola wybieraków grupowych pierwszych przedstawia się następująco:

— poziom *1* — rezerwa, wykorzystywany dopiero po wykorzystaniu innych poziomów
— poziomy *2...7* — wykorzystane do przyłączenia wybieraków grupowych drugich
— poziom *8* — wykorzystany przykładowo do automatycznych połączeń międzymiastowych realizowanych w systemie „miasto-miasto",
— poziom *9* — wykorzystany do przyłączenia wybieraków grupowych drugich specjalnych *WGIIsp*,
— poziom *0* — wykorzystany do automatycznych połączeń międzymiastowych realizowanych przez automatyczną centralę międzymiastową.

Pojemność opisanej łącznicy będzie zatem wynosić 6000 albo 7000 NN; numeracja łączy abonenckich będzie czterocyfrowa: 2000—7999 albo 1000—7999. Numeracja służb specjalnych może być dwu- albo trzycyfrowa: 90—99 albo 900—999.

Abonenci, których łącza są przyłączone do łącznicy odosobnionej, oraz abonenci, których łącza są przyłączone do łącznic satelitowych, abonenckich, cząstkowych oraz wiejskich mogą dokonywać połączeń z abonentami centrali odosobnionej oraz z abonentami wymienionych współpracujących central, a także mogą uzyskiwać połączenia ze służbami specjalnymi oraz połączenia międzymiastowe wychodzące za pośrednictwem centrali międzymiastowej ręcznej, albo automatycznej systemu „miasto-miasto" lub też automatycznej centrali międzymiastowej, jak również mogą odbierać połączenia międzymiastowe przychodzące.

9. Układy wielocentralowe systemu 32AB

9.1. Wiadomości ogólne

Układ wielocentralowy jest to zespół automatycznych central telefonicznych miejscowych, rozmieszczonych na pewnym obszarze, współpracujących z sobą bez pośrednictwa central międzymiastowych. Układ wielocentralowy obsługuje ruch telefoniczny miejscowy danego obszaru, a z układami wielocentralowymi innych obszarów może współpracować za pośrednictwem ręcznej lub automatycznej centrali międzymiastowej, albo urządzeń systemu komutacyjnego „miasto-miasto", względnie dwóch albo wszystkich wymienionych urządzeń. Zatem na danym obszarze znajdują się, oprócz central miejscowych, również centrale międzymiastowe oraz urządzenia systemu „miasto-miasto".

W granicznym przypadku na danym obszarze może znajdować się tylko centrala miejska odosobniona, jeśli wielkość obszaru i liczba abonentów na to wskazują.

Wzrost liczby abonentów wymaga zwiększenia pojemności centrali telefonicznej. Na przeszkodzie nieograniczonemu wzrostowi tej pojemności stoją ważne względy techniczne i ekonomiczne, związane ze wzrastającą na ogół w takich przypadkach długością łączy abonenckich. Od łącza abonenckiego wymaga się, aby rezystancja pętli nie przekroczyła pewnej, dopuszczalnej wartości, przy której układy funkcjonalne automatycznej łącznicy telefonicznej, takie jak zespół liniowy łącza abonenckiego, układ impulsowania i układ dzwonienia, pracują jeszcze prawidłowo, a tłumienność łącza abonenckiego nie przekracza pewnej, określonej wartości. Ogranicza to długość łącza abonenckiego do ok. 5,5 km w przypadku stosowania kabli z żyłami miedzianymi o średnicy 0,5 mm i do ok. 3,5 km w przypadku stosowania kabli o średnicy żył 0,4 mm.

Wiadomo, że udział kosztów budowy sieci łączy w całości kosztów urządzeń telefonicznych danego obszaru wynosi ok. 70 % i wzrasta wraz z wydłużaniem się łączy abonenckich. Łącza abonenckie, zakończone aparatami końcowymi, są zazwyczaj mało wykorzystywane i należy dążyć do lepszego ich wykorzystania i zmniejszenia ich długości.

Zadanie to rozwiązuje się wieloma sposobami, jak np. przez stosowanie reduktorów łączy telefonicznych, czyli urządzeń komutacyjnych, umożliwiających dołączenie grupy aparatów telefonicznych końcowych do centrali telefonicznej za pośrednictwem wiązki łączy reduktorowych oraz przez stosowanie central telefonicznych cząstkowych i satelitowych. Wymienione sposoby decentralizacji sieci umożliwiają przybliżenie urządzeń komutacyjnych do aparatów abonenckich, dzięki czemu zmniejsza się

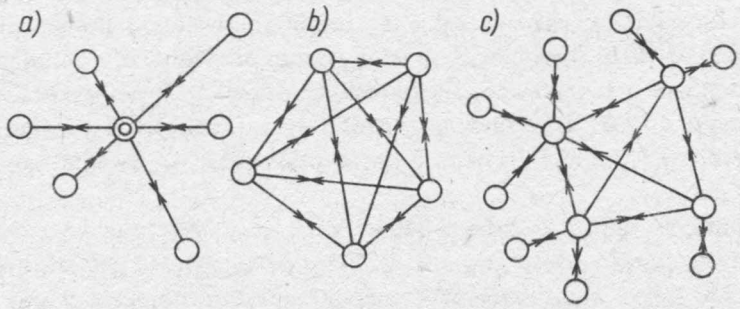
udział kosztów łączy abonenckich w ogólnych kosztach budowy sieci. Korzyści stąd wynikające są zmniejszane przez dodatkowe koszta pomieszczeń dla urządzeń decentralizacji oraz sieci łączy, łączących te urządzenia z centralą telefoniczną, ale ogólny wynik ekonomiczny jest korzystny tym bardziej, im większe są odległości między aparatami abonenckimi a centralą telefoniczną.

Rozrost sieci telefonicznej i wzrost liczby abonentów wymaga dokonania decentralizacji urządzeń telekomutacyjnych na znacznie szerszą skalę, a mianowicie rozbicie teoretycznej, dużej centrali telefonicznej odosobnionej, na kilka mniejszych central głównych, powiązanych ze sobą za pomocą sieci łączy międzycentralowych i obsługujących pewne fragmenty danego obszaru, tzw. rejony. W ten sposób powstaje układ wielocentralowy, który daje abonentom takie same możliwości usługowe jakie zapewnia centrala odosobniona.

Granice obszaru, obsługiwanego przez centralę główną układu wielocentralowego, są wyznaczane przez warunki techniczne, którym muszą odpowiadać łącza abonenckie oraz gęstość telefoniczną, czyli liczbę abonentów odpowiadającą jednostce powierzchni danego obszaru. Stosownie do liczby abonentów danego obszaru ustala się pojemność centrali głównej, która w przypadku sieci wielkomiejskich może wynosić od kilku do kilkudziesięciu tysięcy numerów.

Jak wspomniano wcześniej centrale telefoniczne układu wielocentralowego są między sobą połączone za pomocą sieci łączy międzycentralowych. Sieć ta jest zbudowana na ogół z wiązek łączy jednokierunkowych wychodzących i przychodzących, przystosowanych najczęściej do sygnalizacji prądem stałym albo prądem przemiennym małej częstotliwości lub łączy nośnych z wydzielonymi kanałami sygnalizacji pozapasmowej.

Kształtem sieć łączy międzycentralowych przypomina **gwiazdę** albo **wielobok**, względnie zawiera elementy jednej i drugiej figury (rys. 9.1).



Rys. 9.1. Układy sieci międzycentralowych: *a*) gwiaździsty; *b*) wieloboczny; *c*) mieszany

W **układzie gwiazdowym** jedna z central telefonicznych pełni rolę centrali nadrzędnej, w której zbiegają się strumienie ruchu telefonicznego, wychodzącego z pozostałych podporządkowanych jej central układu i rozdzielają się między te centrale na strumienie ruchu przychodzącego. Urządzenia komutacyjne tej centrali uczestniczą w zestawianiu drogi połączeniowej między abonentami podporządkowanych central układu; inaczej mówiąc centrala dokonuje tranzytu ruchu telefonicznego. Każda

z central układu jest połączone dwiema wiązkami łączy międzycentralowych jednokierunkowych tylko z centralą nadrzędną.

Zaletą układu gwiazdowego jest nieskomplikowana i stosunkowo niedroga budowa sieci łączy międzycentralowych oraz dobre wykorzystanie wiązek łączy międzycentralowych. Gwiazdowy układ sieci łączy międzycentralowych jest wskazany wówczas, gdy natężenie ruchu telefonicznego przepływającego między poszczególnymi centralami układu jest stosunkowo niewielkie w porównaniu z ruchem lokalnym i nie znajduje uzasadnienia bezpośrednie łączenie central.

Wadą układu gwiazdowego jest uzależnienie jego działania od centrali nadrzędnej.

W **układzie wielobocznym** nie wyróżnia się centrali nadrzędnej i central podrzędnych; wszystkie centrale są równorzędne. Są one połączone z sobą wiązkami łączy międzycentralowych na zasadzie „każda z każdą".

Zaletami układu wielobocznego jest na ogół prostsza budowa drogi połączeniowej, w zestawianiu której uczestniczą zasadniczo tylko dwie centrale telefoniczne oraz większa niezawodność działania układu, uzyskana dzięki bezpośredniemu połączeniu central telefonicznych, a także możliwość uzyskiwania połączeń poprzez inne centrale układu, czyli tworzenia dróg obejściowych. Wadą jest duża liczba wiązek łączy.

Wieloboczny układ sieci łączy międzycentralowych jest odpowiedni wówczas, gdy ruch telefoniczny między poszczególnymi centralami jest na tyle duży, że umożliwia to należyte wykorzystanie bezpośrednich wiązek łączy międzycentralowych.

W większości pracujących sieci występują elementy sieci gwiazdowej i sieci wielobocznej, które są stosowane w zależności od wielkości wzajemnego zainteresowania telefonicznego, jakie istnieje pomiędzy centralami poszczególnych części sieci. W ten sposób powstają sieci mieszane.

Niekiedy w części sieci, zbudowanej w układzie gwiazdowym, między niektórymi centralami telefonicznymi występuje tak duże wzajemne zainteresowanie, że jest uzasadnione połączenie tych central za pomocą bezpośrednich wiązek łączy, zwanych łączami skrośnymi. Łącza skrośne zazwyczaj bywają dwukierunkowe, szczególnie w przypadku wiązek o niewielkiej liczbie łączy.

Centrale telefoniczne, należące do układu wielocentralowego, obsługują ruch telefoniczny wychodzący od abonentów rozmieszczonych w rejonach obsługiwanych przez nie, a także ruch telefoniczny przychodzący do tych abonentów, przy czym ruch obsługiwany dzieli się na miejscowy, międzymiastowy i ruch do i od służb specjalnych.

Ruch miejscowy, wytwarzany przez abonentów danej centrali, jest częściowo kierowany do abonentów tej samej centrali, a częściowo do abonentów innych central miejscowych układu, przy czym podział ruchu na część lokalną i zewnętrzną zależy od wzajemnego zainteresowania telefonicznego między abonentami. Wyodrębnia się następujące przypadki:

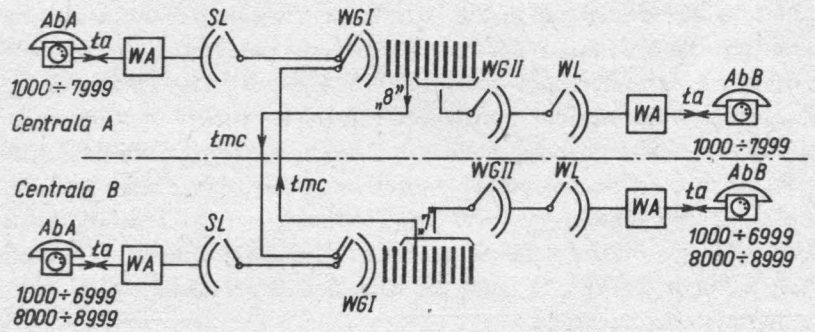
a) duże zainteresowanie połączeniami lokalnymi i małe zainteresowanie połączeniami zewnętrznymi,

b) zainteresowanie rozdzielone pomiędzy centrale układu mniej więcej proporcjonalnie do ich pojemności,

c) małe zainteresowanie połączeniami lokalnymi i duże zainteresowanie połączeniami zewnętrznymi.

Numeracja łączy abonenckich, przyłączonych do central telefonicznych układu wielocentralowego, może być rozwiązana na zasadzie **jawnych** lub **skrytych cyfr kierunkowych.**

Pierwszy z wymienionych systemów numeracji (rys. 9.2) polega na tym, że łącza abonenckie przyłączone do określonej centrali układu mają numerację własną, zasadniczo uzależnioną jedynie od pojemności danej centrali i nie związaną z numeracją łączy abonenckich, przyłączonych do innych central układu. Numeracją tą posługują się abonenci w ruchu telefonicznym lokalnym. W konsekwencji przyjęcia takiego rozwiązania taki sam numer będzie przyporządkowany wielu łączom abonenckim, przyłączonym do różnych central układu. Poszczególnym centralom układu przyporządkowuje się natomiast numery kierunkowe (jedno- lub wielocyfrowe), które są wykorzystywane tylko w ruchu telefonicznym międzycentralowym, tj. do zestawiania połączeń telefonicznych między abonentami różnych central układu.



Rys. 9.2. Współpraca central telefonicznych 32AB na zasadzie jawnych cyfr kierunkowych

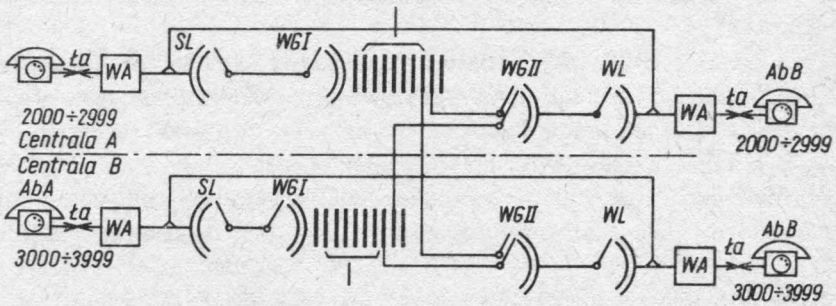
Połączenia lokalne mają analogiczny przebieg, jak połączenia zestawiane przez centrale telefoniczne odosobnione. Do zestawienia takiego połączenia abonentowi wywołującemu potrzebna jest jedynie znajomość numeru łącza abonenta żądanego.

Połączenie zewnętrzne, tj. połączenie z abonentem innej centrali układu, wymaga od abonenta wywołującego dodatkowej znajomości numeru kierunkowego tej centrali. Po odebraniu sygnału zgłoszenia własnej centrali, abonent wywołujący wybiera numer kierunkowy centrali żądanej. Cyfry, z których ten numer się składa, są wykorzystywane do wysterowania organu lub organów stopnia lub stopni komutacyjnych własnej centrali, dzięki czemu zostaje uzyskany dostęp do wiązki łączy międzycentralowych, łączących z centralą żądaną, po czym następuje wybór wolnego łącza tej wiązki. Łącza te są zakończone, w centrali żądanej organami komutacyjnymi w przypadku systemu 32 AB (wybierakami grupowymi przyjściowymi), należącymi do stopnia komutacyjnego, odpowiadającego pierwszemu stopniowi grupowemu.

Po zajęciu organ komutacyjny tego stopnia wysyła w kierunku *AbA* sygnał zgłoszenia centrali żądanej, po czym abonent nadaje numer łącza abonenta żądanego. Cyfry składające się na ten numer są wykorzystywane do wysterowania organów komutacyjnych centrali żądanej, dzięki czemu zostaje zestawiona droga połączeniowa. Po zgłoszeniu się *AbB* dokonuje się połaczenie między abonentami.

Współpraca central telefonicznych na zasadzie jawnych cyfr kierunkowych charakteryzuje się małymi kosztami urządzeń komutacyjnych oraz sieci łączy międzycentralowych. Jednakże konieczność pamiętania numerów kierunkowych central stanowi poważną niewygodę dla abonentów. System jawnych cyfr kierunkowych jest stosowany przeważnie wówczas, gdy ruch telefoniczny lokalny przeważa znacznie nad ruchem telefonicznym zewnętrznym.

Drugi z systemów numeracji, system skrytych cyfr kierunkowych (rys. 9.3) polega na tym, że wszystkie łącza abonenckie przyłączone do central układu mają numerację wspólną, uzależnioną od pojemności układu. Numeracją tą posługują się abonenci zarówno w ruchu telefonicznym lokalnym, jak i w ruchu międzycentralowym.



Rys. 9.3. Współpraca central telefonicznych 32AB na zasadzie skrytych cyfr kierunkowych

Numer łącza abonenckiego składa się z dwóch nie wyodrębnionych części, z których pierwsza, zwana członem centralowym, służy do określenia żądanej centrali (własnej lub współpracującej), a druga — do określenia łącza abonenckiego. Cyfry, wchodzące w skład członu centralowego, służą do wysterowania organu lub organów komutacyjnych stopnia lub stopni centrali własnej tworzących układ rozdzielczy łącznicy, zapewniający dostęp do poszczególnych central (kierunków) układu wielocentralowego. Pozostałe cyfry numeru łącza abonenckiego służą do wysterowania organów komutacyjnych żądanej centrali.

Układ rozdzielczy stanowi wyposażenie każdej łącznicy układu i bierze udział w zestawianiu zarówno połączeń lokalnych, jak i zewnętrznych. Powoduje to znaczne podrożenie wyposażenia komutacyjnego ale upraszcza sprawy numeracji. System skrytych cyfr kierunkowych jest stosowany przeważnie wówczas, gdy ruch telefoniczny generowany przez abonentów, jest rozdzielany pomiędzy współpracujące centrale mniej więcej proporcjonalnie do ich pojemności, albo gdy ruch zewnętrzny przeważa nad ruchem lokalnym.

9.2. Zasady współpracy central telefonicznych systemu 32AB

Centrale telefoniczne systemu 32AB, współpracujące z sobą, łączy się wiązkami łączy międzycentralowych jedno- lub dwukierunkowych, wyposażonych w odpowiednie zespoły liniowe, których budowa zależy od rodzaju przyjętej sygnalizacji oraz ich przeznaczenia.

Wiązki łączy dwukierunkowych stosuje się wyjątkowo wówczas, gdy liczba łączy jest niewielka i wiązki jednokierunkowe nie byłyby należycie wykorzystane.

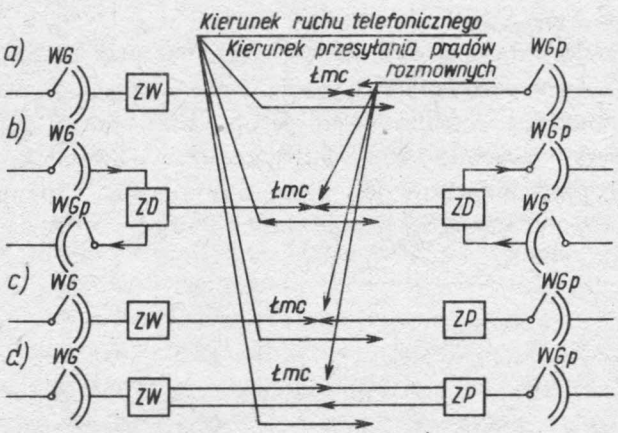
Łącza międzycentralowe mogą być naturalne, zbudowane z torów przewodowych symetrycznych, macierzystych lub pochodnych, albo nośne, utworzone z kanałów nośnych.

Łącza naturalne, zbudowane z torów symetrycznych, umożliwiają przekazywanie między współpracującymi centralami sygnałów sterujących za pomocą prądu stałego (łącza prądu stałego) lub prądu przemiennego małej częstotliwości (łącza prądu przemiennego, a także częstotliwości akustycznej). Łącza prądu stałego stosuje się w sieciach miejscowych przy niewielkiej odległości między centralami (max ok. 10 km), a łącza prądu przemiennego małej częstotliwości — przy większych odległościach (20...30 km).

Łącza nośne, zbudowane z kanałów nośnych, umożliwiają przekazywanie sygnałów sterujących za pomocą częstotliwości sygnałowej zawartej wewnątrz pasma rozmównego (sygnalizacja wewnątrzpasmowa) albo leżącej poza pasmem (sygnalizacja pozapasmowa). Łącza te są dość powszechnie stosowane do współpracy central telefonicznych systemu 32AB w ruchu międzymiastowym.

Zależnie od rodzaju łącza jest ono wyposażone w odpowiedni zespół liniowy wyjściowy albo w wyjściowy i przyjściowy (rys. 9.4.).

Łącza prądu stałego jednokierunkowe są wyposażone na ogół tylko w zespoły



Rys. 9.4. Współpraca central telefonicznych 32AB za pomocą: *a*) łączy jednokierunkowych prądu stałego; *b*) łączy dwukierunkowych prądu stałego; *c*) łączy jednokierunkowych prądu przemiennego; *d*) łączy nośnych

wyjściowe; rolę zespołu przyjściowego pełni wyposażenie sterujące organów komutacyjnych centrali współpracującej.

Łącza prądu stałego dwukierunkowe są po obu stronach wyposażone w zespoły dwukierunkowe.

Łącza prądu przemiennego i łącza nośne są wyposażone w zespoły wyjściowe i przyjściowe.

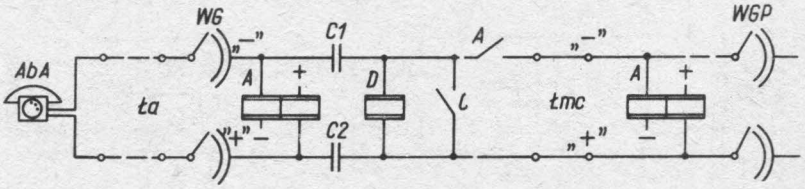
Zadaniem zespołu liniowego wyjściowego jest połączenie łącza międzycentralowego z odpowiadającym mu wyjściem pola odpowiedniego stopnia komutacyjnego. Zespół ten oprócz przesyłania pasma rozmównego musi umożliwić dokonanie próby stanu łącza międzycentralowego przez organ komutacyjny (wybierak grupowy), zajęcie i zablokowanie łącza dla innych organów komutacyjnych, przakazanie do organów komutacyjnych współpracującej centrali sygnałów sterujących (liniowych i wybierczych) oraz odbiór od tej centrali sygnałów liniowych i informacyjnych, taryfikację połączenia (jedno- lub wielokrotną) oraz jego rozłączenie po zakończonej rozmowie. Zespół wyjściowy ponadto zasila mikrofon abonenta wywołującego w czasie rozmowy.

Zespół liniowy przyjściowy współpracuje z zespołem wyjściowym, odbierając od niego sygnały liniowe i wybiercze, za pomocą których steruje organami komutacyjnymi swojej centrali oraz nadaje do niego odpowiednie sygnały liniowe i pośredniczy w przenoszeniu sygnałów informacyjnych oraz prądów rozmównych.

W zależności od przeznaczenia zespoły liniowe są przystosowane do realizacji dodatkowych zadań, jak wielokrotne zaliczanie połączeń, odbiór sygnałów licznikowych nadawanych ze współpracującej centrali, regeneracji albo korekcji impulsów wybierczych itp.

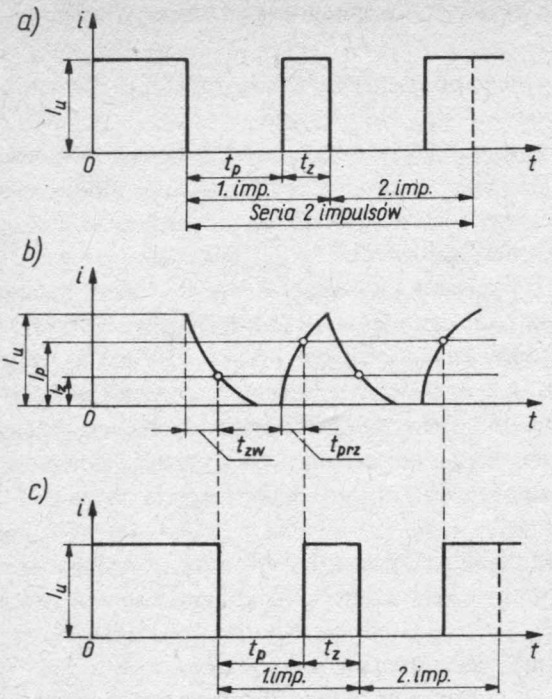
Zespoły liniowe łączy międzycentralowych nazywają się translacjami. Istnieją więc translacje wyjściowe, przyjściowe i dwukierunkowe. W zależności od rodzaju sygnalizacji rozróżnia się translacje prądu stałego, prądu przemiennego i translacje akustyczne.

Zasadę pracy translacji prądu stałego przedstawiono na rys. 9.5. Po dołączeniu łącza abonenta wywołującego do translacji zostaje wzbudzony przekaźnik impulsujący *A*, który swoim zestykiem zamyka pętlę łącza międzycentralowego. Dzięki temu w wybieraku grupowym przyjściowym zostaje również wzbudzony przekaźnik *A*.



Rys. 9.5. Zasada pracy translacji prądu stałego

Seria impulsów wybierczych nadana przez abonenta wywołującego (rys. 9.6), zostaje przez przekaźnik *A* translacji przekazana do wybieraka grupowego przyjściowego, którego szczotki wykonują ruch podnoszący. Dalsze serie impulsów wybier-

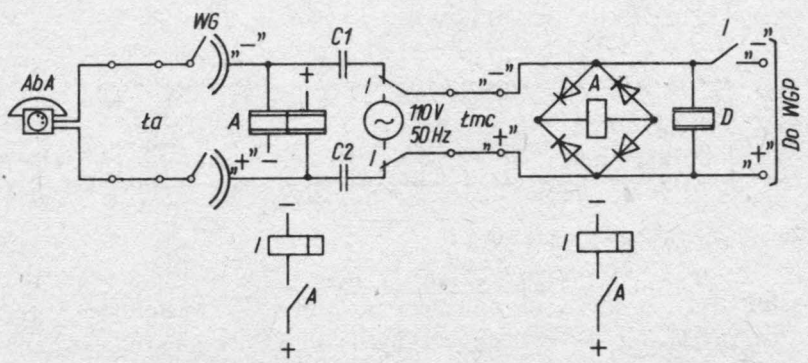


Rys. 9.6. Przekazywanie impulsów wybierczych za pomocą prądu stałego: *a*) teoretyczny kształt impulsów wytwarzanych przez zestyk impulsujący, np. tarczy numerowej; *b*) przebieg impulsów odbieranych przez przekaźnik impulsujący; *c*) teoretyczny kształt impulsów przekazywanych przez zestyk przekaźnika impulsującego

czych zostają przekazane w analogiczny sposób do wybieraków grupowych kolejnych stopni grupowych i do wybieraka liniowego.

Po zakończeniu rozmowy pętla łącza abonenckiego zostaje przerwana i przekaźnik *A* translacji zwalnia, przerywając w ten sposób pętlę łącza międzycentralowego. Wskutek tego następuje zwolnienie przekaźnika *A* w wybieraku grupowym lub liniowym współpracującej centrali i rozłączenie drogi połączeniowej.

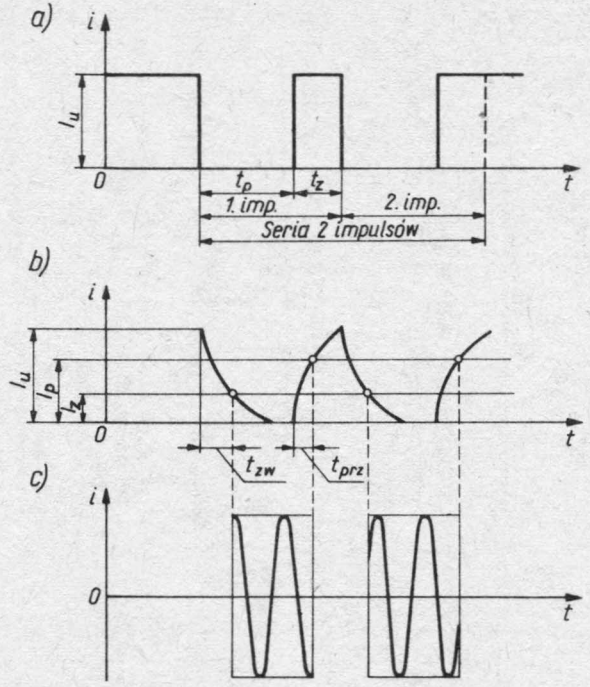
Przekaźnik impulsujący translacji oraz łącze międzycentralowe zniekształcają w pewnych granicach impulsy wybiercze i dlatego w przypadku przekazywania impulsów poprzez szereg translacji konieczne jest stosowanie układów lub urządzeń zmniej-



Rys. 9.7. Zasada pracy translacji prądu przemiennego 50 Hz

szających lub usuwających te zniekształcenia. Stosowane są w tym celu korektory i regeneratory impulsów wybierczych.

Zasadę pracy translacji prądu przemiennego przedstawiono na rys. 9.7, a przebieg impulsów wybierczych — na rys. 9.8.



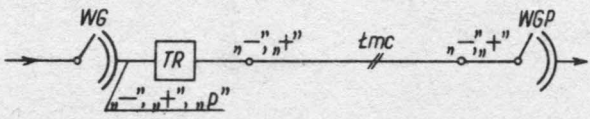
Rys. 9.8. Przekazywanie impulsów wybierczych za pomocą prądu przemiennego: *a*) teoretyczny kształt impulsów wytwarzanych przez zestyk impulsujący tarczy numerowej; *b*) przebieg impulsów odbieranych przez przekaźnik impulsujący *I*; *c*) impulsy prądu przemiennego nadawane przez przekaźnik *I*

Sygnały nadawane przez translację wyjściową do translacji przyjściowej mają postać impulsów prądu przemiennego.

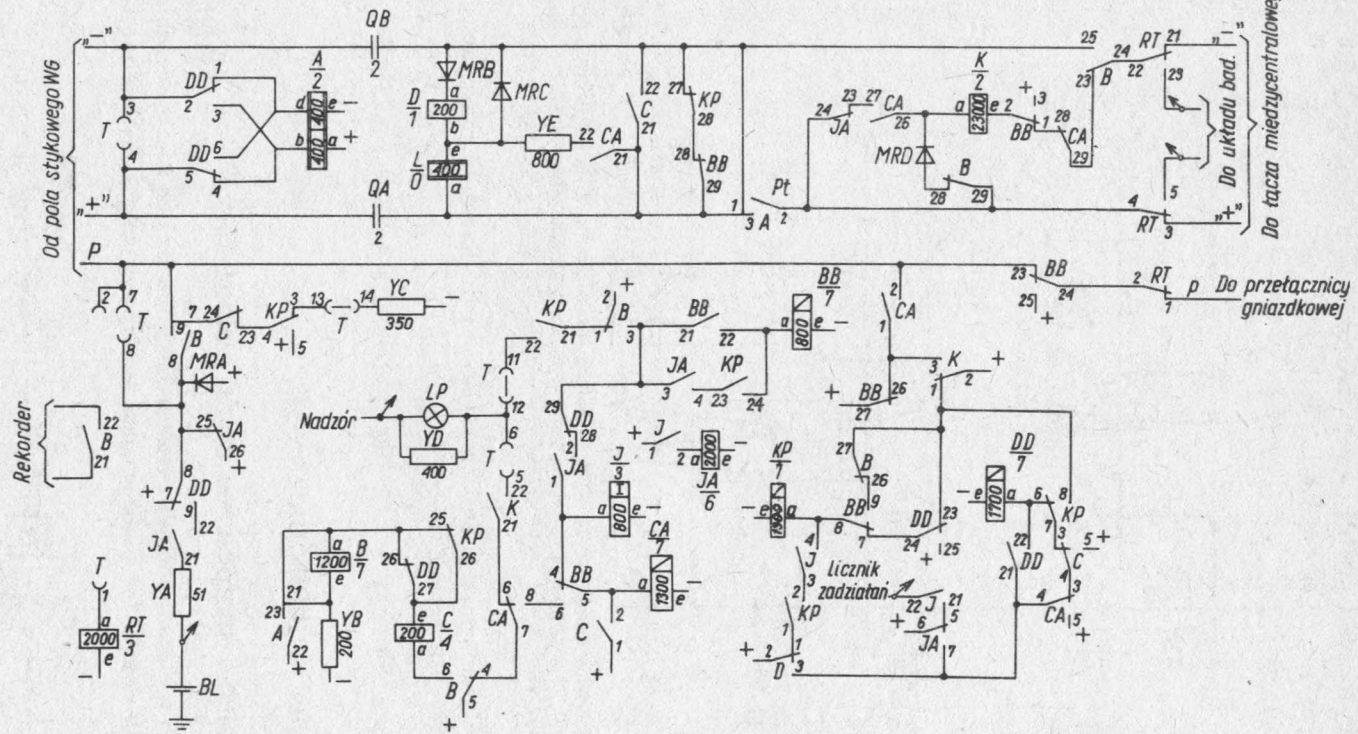
9.3. Translacje telefoniczne

9.3.1. Translacje telefoniczne prądu stałego TR

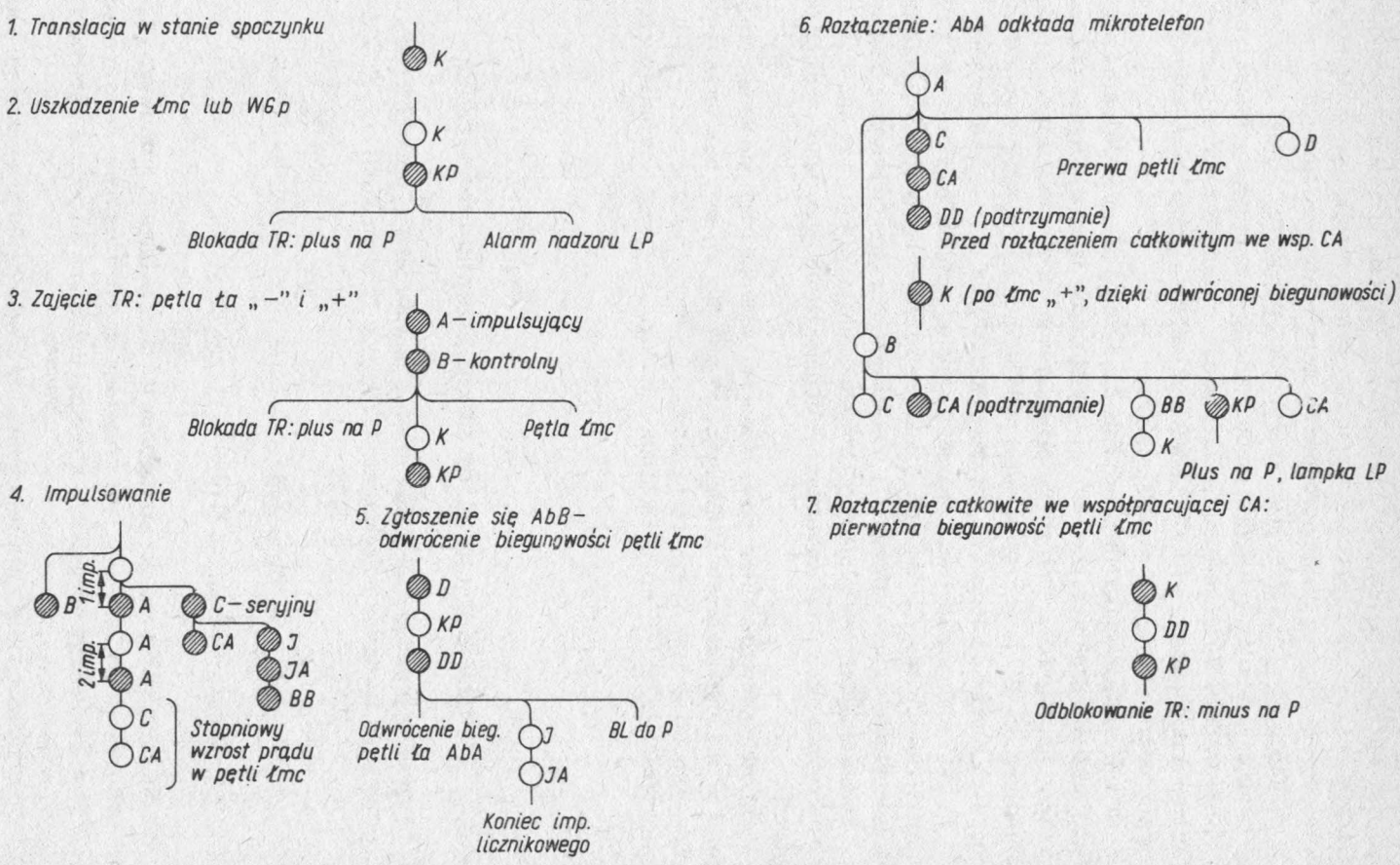
W układach wielocentralowych systemu 32AB najbardziej rozpowszechnione są translacje prądu stałego *TR*, umożliwiające współpracę central głównych (rys. 9.9).



Rys. 9.9. Układ pracy translacji *TR*



Rys. 9.10. Schemat ideowy translacji prądu stałego TR-32AB



Rys. 9.11. Funktogram działania translacji prądu stałego TR-32AB

Translacja *TR* (rys. 9.10) może być przyłączona do pola wybieraka grupowego 32AB — z próbą na baterię lub systemu 32AA — z próbą na izolację za pomocą trzech przewodów („—", „+" i *p*) i do wybieraka grupowego przyjściowego współpracującej centrali — za pomocą dwuprzewodowego łącza międzycentralowego.

W stanie spoczynku translacji wysokoomowy przekaźnik *K* jest czynny (kontrola łącza międzycentralowego), dzięki czemu translacja jest dostępna (minus lub izolacja na przewodzie *p*). Po uszkodzeniu łącza (przerwa, zwarcie, uziemienie przewodu „—") lub wybieraka przekaźnik *K* zwalnia, wskutek czego następuje blokada translacji (plus na przewodzie *p*) i zostaje wywołany alarm.

Po zajęciu translacji działa przekaźnik impulsujący *A* i powoduje zamknięcie pętli łącza międzycentralowego, co stanowi sygnał zajęcia łącza międzycentralowego.

Serie impulsów wybierczych są przekazywane za pomocą zestyku przekaźnika impulsującego. W czasie impulsowania pętla łącza międzycentralowego jest wolna od zbędnych elementów indukcyjnych dzięki zadziałaniu przekaźnika seryjnego *C*.

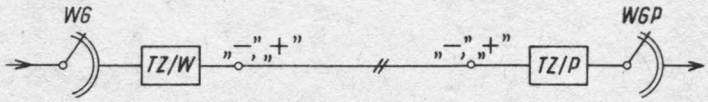
Po zgłoszeniu się abonenta żądanego następuje zmiana biegunowości pętli łącza międzycentralowego, dzięki czemu działa przekaźnik *D* i powoduje wysłanie po przewodzie *p* impulsu licznikowego z baterii licznikowej, oraz odwrócenie biegunowości pętli łącza abonenta wywołującego. Odłożenie mikrotelefonu przez abonenta żądanego przywraca pierwotną biegunowość pętli i nie powoduje rozłączenia drogi połączeniowej.

Odłożenie mikrotelefonu przez abonenta wywołującego powoduje zwolnienie przekaźnika impulsującego *A* translacji i długotrwałą przerwę pętli łącza międzycentralowego, co stanowi sygnał rozłączenia.

Szczegółowy przebieg działania translacji *TR* przedstawiono na funktogramie (rys. 9.11).

9.3.2. Translacje telefoniczne prądu przemiennego TZ/W i TZ/P

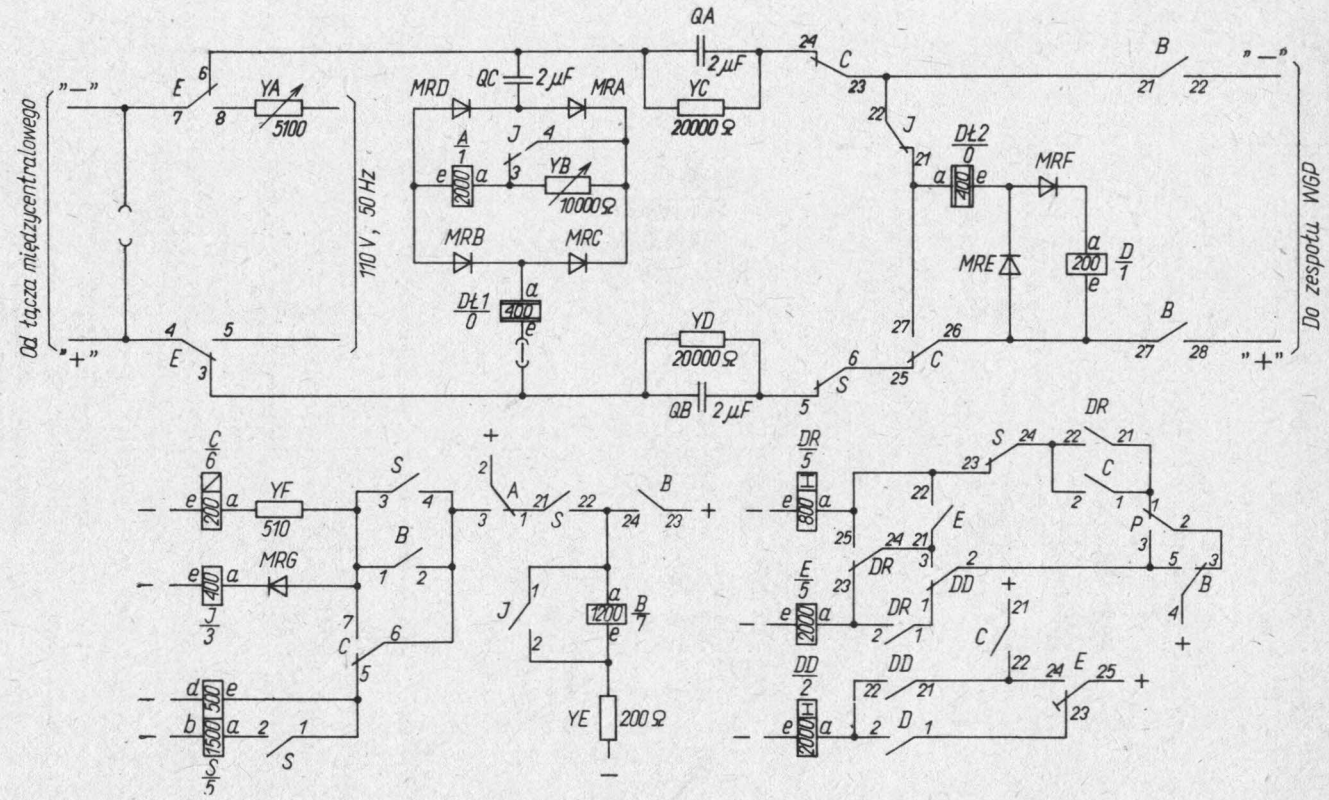
Translacje prądu przemiennego *TZ* są stosowane jako wyposażenie łączy międzycentralowych łączących odległe centrale miejskie systemu 32AB (rys. 9.12).



Rys. 9.12. Układ pracy translacji TZ-32AB

Translacja wyjściowa jest przyłączona do pola wybieraka grupowego za pomocą trzech przewodów („—", „+" i *p*) i połączona łączem dwuprzewodowym międzycentralowym z translacją przyjściową, która jest dołączona do wejścia wybieraka grupowego przyjściowego.

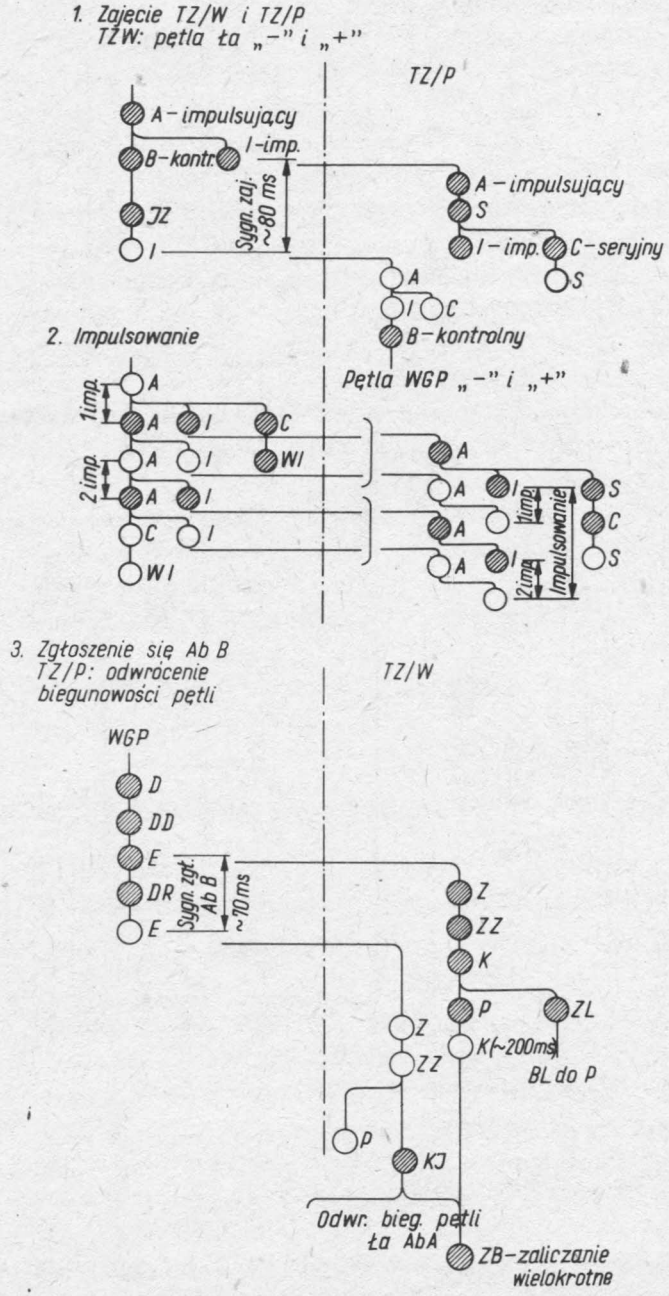
Do sygnalizacji między translacjami służy źródło prądu przemiennego o napięciu 110 V i częstotliwości 50 Hz. Dzięki temu zasięg przekazywania sygnałów został

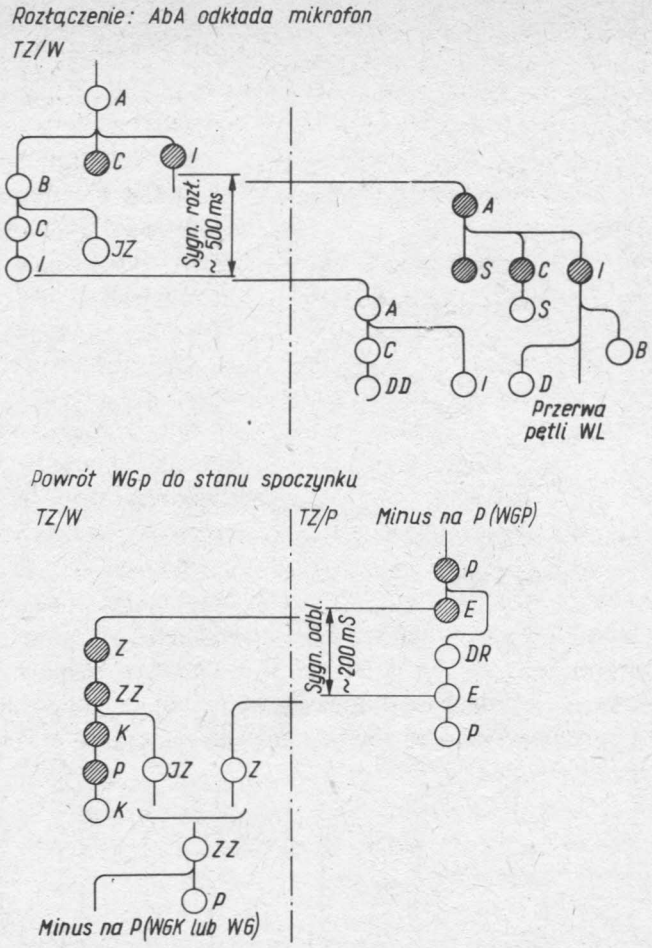


Rys. 9.14. Schemat ideowy translacji prądu przemiennego TZ/P-32AB

zwiększony do kilkudziesięciu kilometrów oraz możliwe jest wykorzystywanie torów pochodnych.

Schematy przykładowych translacji prądu przemiennego pokazano na rys. 9.13 i 9.14, a przebieg ich działania na funktogramie (rys. 9.15), sporządzonym podobnie, jak funktogram translacji *TR*.



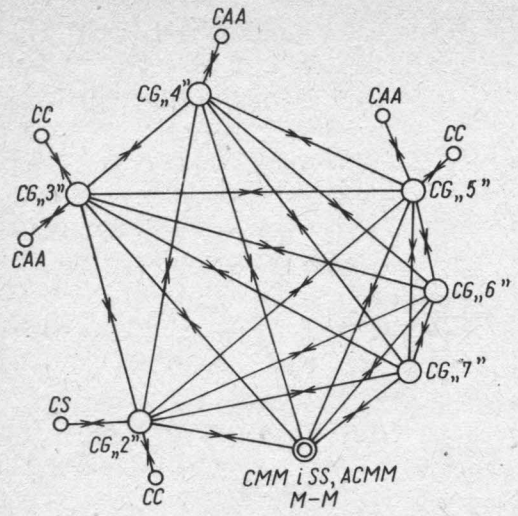


Rys. 9.15. Funktogram działania translacji prądu przemiennego TZ/W-32AB i TZ/P-32AB

9.4. Układ wielocentralowy systemu 32AB bezrejestrowy

Układ wielocentralowy systemu 32AB, znany pod nazwą **układu bezrejestrowego** (rys. 9.16), charakteryzuje się następującymi cechami:

— zestawienie połączenia następuje w wyniku sterowania bezpośredniego organów komutacyjnych przez abonenta wywołującego;
— liczba abonentów wynosi od kilkunastu do kilkudziesięciu tysięcy;
— układ jest zbudowany z central telefonicznych zwanych głównymi, o pojemności 10 000 NN, które są połączone z sobą w układzie wielobocznym;
— do central głównych mogą być przyłączone w układzie gwiazdowym centrale satelitowe i centrale cząstkowe oraz centrale abonenckie;
— centrale główne układu są połączone z ręczną albo automatyczną centralą między-



Rys. 9.16. Układ wielocentralowy bezrejestrowy systemu 32AB

miastową lub ze stopniem komutacyjnym „miasto-miasto",

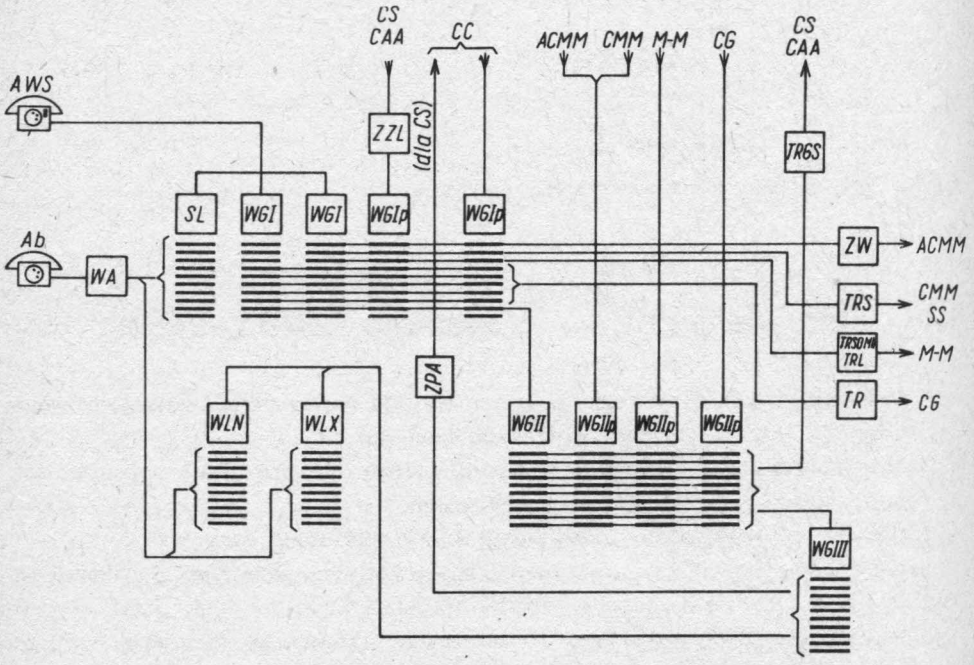
— sieć łączy międzycentralowych układu jest zbudowana z łączy jednokierunkowych prądu stałego;

— na terenie układu stosuje się numerację skrytą łączy abonenckich, przy czym numery łączy abonenckich przyłączonych do danej centrali głównej oraz podporządkowanych jej central satelitowych i cząstkowych, a w niektórych przypadkach również central abonenckich tworzą zbiór kolejnych 10 000 numerów;

— numeracja służb specjalnych i łączy zgłoszeniowych ręcznej centrali międzymiastowej jest trzycyfrowa i rozpoczyna się cyfrą „9";

— numerem kierunkowym automatycznej centrali międzymiastowej (prefiksem międzymiastowym) jest „0", a numerem kierunkowym stopnia komutacyjnego „miasto-miasto" — będący do dyspozycji wolny numer jedno- lub wielocyfrowy.

Na rys. 9.17 przedstawiono schemat ogólny jednej z central omawianego układu.



Rys. 9.17. Schemat ogólny centrali głównej systemu 32AB należącej do układu wielocentralowego bezrejestrowego

Pojemność centrali wynosi 10 000 NN; numeracja łączy abonenckich jest pięciocyfrowa: 20 000...29 999. Numeracja łączy abonenckich przyłączonych do pozostałych central jest jak następuje: 30 000...39 999, 40 000...49 999 itd. aż do 70 000...79 999.

Pierwsza cyfra numeru („2", „3",...„7"), stanowiąca skryty człon centralowy, jest wykorzystywana do wysterowania wybieraka grupowego *WGI*. Stopień *WGI* jest stopniem rozdzielczym, na którym następuje rozdział ruchu telefonicznego pomiędzy centralę własną („2"), inne centrale układu („3"...„7"), stopień komutacyjny „miasto-miasto" (przykładowo „8"), ręczną centralę międzymiastową i służby specjalne („9") oraz automatyczną centralę międzymiastową („0").

Łącza międzystopniowe wychodzące z poziomu odpowiadającego centrali własnej („2"), są zakończone wybierakami grupowymi *WGII*, a łącza międzycentralowe wychodzące do innych central głównych („3"...„7"), wyposażone w translacje prądu stałego *TR*, są zakończone wybierakami grupowymi przyjściowymi *WGIIp*.

Łącza międzycentralowe łączące z centralą międzymiastową ręczną i służbami specjalnymi są zakończone wybierakami grupowymi specjalnymi *WGIIsp*, do pola których są dołączone wybieraki *WGIIIsp*. Łącza te są wyposażone w translacje prądu stałego *TRS*, które oprócz możliwości jakie zapewniają translacje *TR*, uzależniają rozłączenie drogi połączeniowej od telefonistki oraz umożliwiają wysłanie przez nią do abonenta sygnału wywołania zwrotnego, tzw. „dzwonienia wstecz", gdy ten odłoży mikrotelefon.

Łącza międzycentralowe wychodzące do stopnia komutacyjnego „miasto-miasto" są zakończone wybierakami grupowymi tworzącymi ten stopień. Są one wyposażone w specjalne translacje prądu stałego umożliwiające wielokrotne zaliczanie automatycznych połączeń międzymiastowych wychodzących.

Łącza międzycentralowe wychodzące do automatycznej centrali międzymiastowej, są wyposażone w odpowiednie zespoły wyjściowe i kończą się na wejściach stopnia komutacyjnego tej centrali.

Łączą międzycentralowe przychodzące od innych central głównych oraz od urządzeń międzymiastowych są zakończone wybierakami grupowymi przyjściowymi *WGIIp*.

Centrale satelitowe i centrale abonenckie o pojemności do 1000 NN są przyłączane do centrali głównej za pomocą wiązek jednokierunkowych łączy międzycentralowych:
— łącza wychodzące — do pola wybieraków grupowych *WGII*,
— łącza przychodzące — do wejść wybieraków grupowych *WGIp*.

Łącza wychodzące są wyposażone w zespoły translacji *TRGS* „główna-satelitowa", przystosowanych do takich wymogów centrali międzymiastowej, jak oferowanie połączenia międzymiastowego i dzwonienie ciągłe.

Jak wynika z rys. 9.17 wiązki łączy wychodzących do central satelitowych są przyłączone do poziomów wybieraków grupowych *WGII* odpowiadających, jak to już wcześniej wyjaśniono, 1000-numerowym grupom łączy abonenckich. Zajęcie jednego poziomu w polu *WGII* przez centralę satelitową lub abonencką jest zatem równoważne „wyniesieniu" z centrali głównej grupy 1000-numerowej. W przypadku konieczności zbudowania centrali satelitowej lub abonenckiej o pojemności ponad 1000 NN można to uczynić zajmując w polu *WGII* odpowiednią liczbę poziomów, odpowiada-

jącą liczbie tysięcy łączy abonenckich, przyłączonych do centrali satelitowej lub abonenckiej.

Centrale cząstkowe, będące prostą odmianą central satelitowych, mają zazwyczaj pojemność nie przekraczającą 100 NN; toteż wiązki łączy wychodzących do tych central przyłącza się do poziomów wybieraków grupowych *WGIII*. Łącza przychodzące od tych central są przyłączone do wybieraków grupowych *WGIp*.

Do pola wielokrotnego szukaczy liniowych *SL* i wybieraków liniowych (*WLN* i *WLX*) przyłącza się łącza abonenckie zakończone aparatami telefonicznymi końcowymi, aparatami wrzutowymi oraz łącza od central abonenckich. Grupy łączy abonenckich, w których znajdują się wiązki łączy zbiorowych są obsługiwane przez grupy wybieraków liniowych *WLX*.

Opisywana centrala telefoniczna umożliwia zestawianie połączeń telefonicznych następujących rodzajów:

— lokalnych między abonentami własnymi i abonentami podporządkowanych jej central satelitowych i abonenckich;
— miejskich zewnętrznych wychodzących i przychodzących między abonentami własnymi i abonentami innych central głównych układu;
— ze służbami specjalnymi;
— międzymiastowych wychodzących i przychodzących, realizowanych przez centralę międzymiastową ręczną lub automatyczną albo stopień komutacyjny „miasto-miasto".

Przebieg zestawiania połączenia lokalnego jest analogiczny do przebiegu połączenia opisanego w rozdz. 8. Należy nadmienić, że rozróżnienie własnej centrali odbywa się na stopniu *WGI*, na podstawie pierwszej cyfry numeru abonenta żądanego.

Połączenie wychodzące do innej centrali głównej układu oraz do własnej centrali satelitowej lub abonenckiej ma przebieg podobny do opisanego w rozdz. 9.1. Do zestawienia połączenia jest potrzebne łącze międzycentralowe. Rozróżnienie żądanej centrali głównej odbywa się na stopniu *WGI* na podstawie pierwszej cyfry numeru abonenta żądanego, a centrali satelitowej albo abonenckiej — na stopniu *WGII* na podstawie dwóch pierwszych cyfr tego numeru.

Inne wymienione połączenia jako związane z urządzeniami międzymiastowymi będą opisane w rozdz. 10 i 11.

9.5. Układ wielocentralowy systemu 32AB rejestrowy

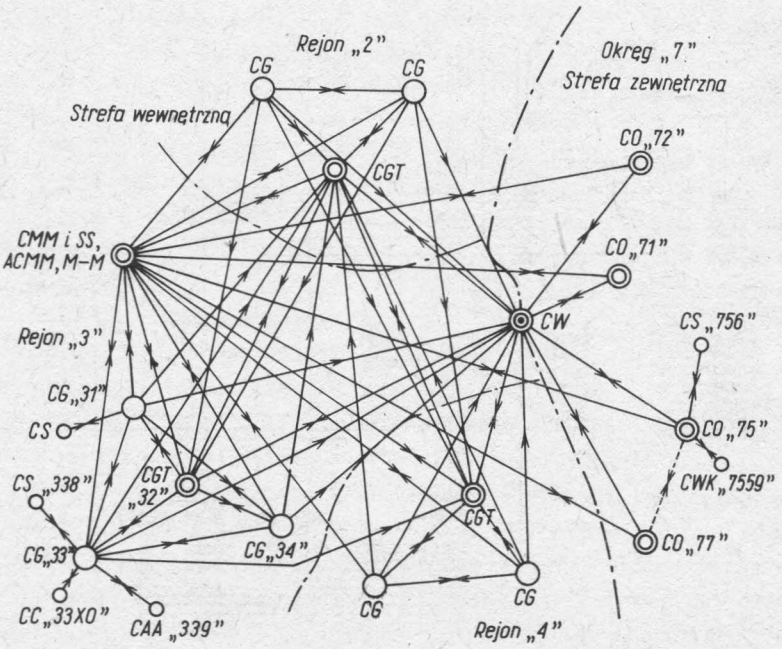
Układ wielocentralowy systemu 32AB zwany **rejestrowym** wziął swoją nazwę stąd, że w niektórych centralach telefonicznych tego układu stosuje się urządzenia sterujące, mające niektóre możliwości rejestru. Zmienia to sposób zestawiania drogi połączeniowej z bezpośredniego na pośredni. Niemniej większość central układu, zwanego umownie rejestrowym, jest zbudowana w sposób ogólnie przyjęty dla systemu 32AB.

Omawiany układ jest stosowany na obszarach dużych aglomeracji miejskich, zajmujących obszary o powierzchni kilkuset kilometrów kwadratowych i promieniu

od kilkunastu do kilkudziesięciu kilometrów, o zaludnieniu wynoszącym od kilkuset tysięcy do kilku milionów osób. Na obszarach takich wyróżnia się miejscowości typu wielkomiejskiego, stanowiące duże skupiska abonentów i miejscowości typu podmiejskiego, gdzie gęstość telefoniczna jest mniejsza. Z tych względów cały obszar dzieli się na strefę albo strefy wewnętrzne czyli wielkomiejskie, odznaczające się dużą gęstością telefoniczną oraz strefę albo strefy zewnętrzne, czyli podmiejskie, gdzie gęstość telefoniczna jest, jak już wspomniano, mniejsza. Znajduje to odbicie w budowie sieci łączy międzycentralowych, rodzaju stosowanych łączy oraz wielkości i budowie central telefonicznych. Opisywany układ wielocentralowy przyjęto nazywać węzłem telekomunikacyjnym.

Charakterystyczne cechy węzła telekomunikacyjnego (rys. 9.18) są następujące:

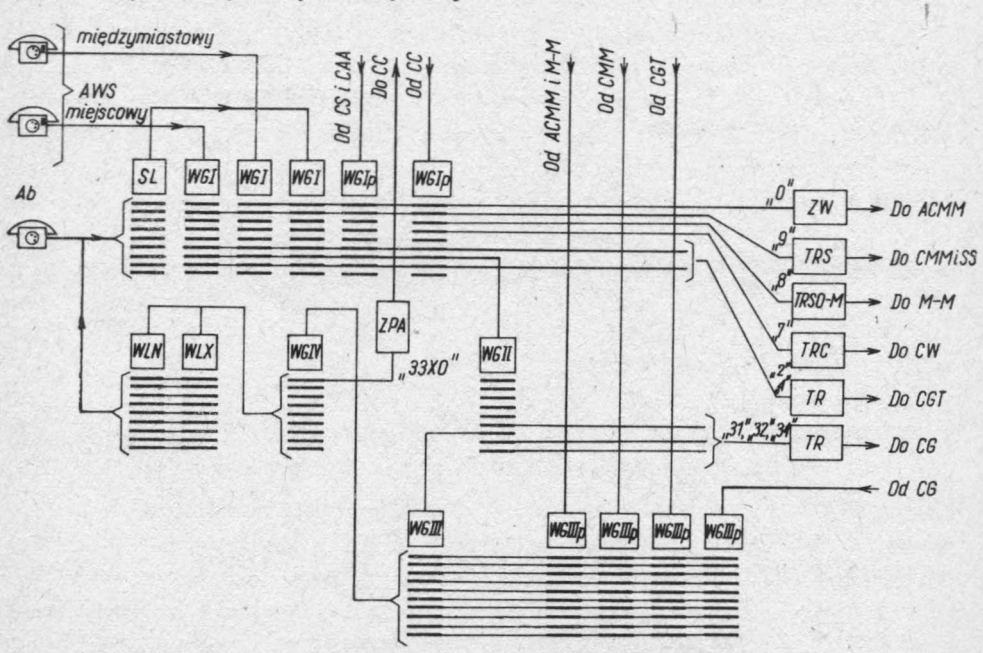
— liczba abonentów wynosi kilkaset tysięcy,
— obszar węzła dzieli się na strefę wewnętrzną i zewnętrzną,
— strefy dzielą się na rejony, które w strefie podmiejskiej nazywają się okręgami,
— na terenie rejonu znajdują się centrale główne wraz z podporządkowanymi im centralami satelitowymi i abonenckimi oraz jedna albo więcej tzw. central tandemowych; centrala tandemowa jest zlokalizowana przy centrali głównej i tworzy z nią centralę główną-tandemową,
— na terenie okręgu znajduje się jedna centrala okręgowa wraz z podporządkowanymi jej centralami satelitowymi, abonenckimi i wiejskimi,
— na granicy strefy wewnętrznej i zewnętrznej znajduje się tzw. centrala węzłowa *CW*,
— centrale główne rejonu są połączone z sobą w układzie wielobocznym; w strefie wewnętrznej jest zatem tyle wielobocznych układów wielocentralowych, ile jest rejonów,



Rys. 9.18. Węzeł telekomunikacyjny systemu 32AB

— centrala tandemowa rejonowa jest połączona wiązkami łączy międzycentralowych wychodzących z wszystkimi podporządkowanymi jej centralami głównymi rejonu,
— centrale główne każdego rejonu są połączone bezpośrednimi wiązkami łączy międzycentralowych wychodzących z centralami tandemowymi pozostałych rejonów i z centralą węzłową oraz wiązkami łączy wychodzących i przychodzących z urządzeniami międzymiastowymi, na które mogą się składać: centrala międzymiastowa ręczna, centrala międzymiastowa automatyczna oraz stopień komutacyjny „miasto-miasto",
— centrale okręgowe są połączone wiązkami łączy wychodzących i przychodzących z centralą węzłową oraz z urządzeniami międzymiastowymi; w uzasadnionych przypadkach centrale okręgowe są łączone między sobą wiązkami łączy skrośnych,
— centrale węzłowe są połączone wiązkami łączy wychodzących z centralami tandemowymi stref,
— sieć łączy międzycentralowych strefy wewnętrznej jest zbudowana z łączy prądu stałego,
— łącza międzycentralowe łączące centrale okręgowe z centralą węzłową oraz z urządzeniami międzymiastowymi są łączami prądu przemiennego,
— pozostałe łącza międzycentralowe okręgu są łączami prądu stałego, przy czym łącza skrośne są dwukierunkowe,
— na terenie węzła stosuje się skrytą numerację łączy abonenckich,
— numeracja służb specjalnych i urządzeń międzymiastowych jest taka sama jaką stosuje się w układach bezrejestrowych.

Na rys. 9.19 przedstawiono schemat ogólny jednej z centrali głównych (o numerze kierunkowym „33") strefy wewnętrznej.



Rys. 9.19. Schemat ogólny centrali głównej systemu 32AB należącej do węzła telekomunikacyjnego

Pojemność centrali wynosi 10 000 NN; numeracja łączy abonenckich jest sześciocyfrowa: 330 000...339 999. Do centrali głównej „33" jest przyłączona centrala satelitowa „338" o pojemności 1000 NN i numeracji 338 000...338 999 oraz centrala abonencka „339" również o pojemności 1000 NN i numeracji 339 000...339 999, a także centrala cząstkowa „33X0" (X — oznacza numer poziomu wybieraka grupowego *WGIII*), o pojemności 100 NN i numeracji 33X 000...33X 099.

Pierwsza cyfra numeru abonenta żądanego jest wykorzystywana do wysterowania wybieraka grupowego *WGI*. Na tym stopniu dokonuje się rozdziału ruchu telefonicznego pomiędzy centrale strefy własnej („3"), centrale tandemowe innych stref („2" i „4"), strefę zewnętrzną („7") oraz służby specjalne i urządzenia międzymiastowe („8", „9" i „0").

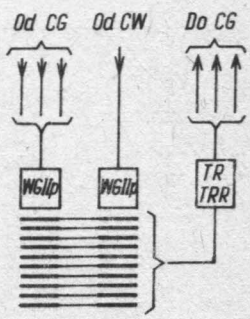
W przypadku wybrania przez abonenta wywołującego cyfry określającej strefę własną zostaje zajęty wybierak grupowy *WGII*, który odbiera drugą cyfrę numeru abonenta żądanego. Za pomocą tej cyfry zostaje rozróżniona jedna z central strefy własnej „3": własna „33" lub zewnętrzna: „31", „32", „34" lub „35".

W przypadku połączenia skierowanego do własnej centrali zostaje zajęty wybierak grupowy *WGIII*, który odbiera trzecią cyfrę numeru abonenta żądanego, określającą grupę 1000-numerową we własnej centrali (zostaje zajęty *WGIV*) lub w podporządkowanej centrali satelitowej lub abonenckiej (zostaje zajęte łącze międzycentralowe i *WGIVp* w podporządkowanej centrali).

Dalszy przebieg połączenia nie wymaga objaśnień. Należy jedynie dodać, że zaliczanie połączenia jest jednokrotne.

Jeżeli abonent wywołujący wybierze cyfrę określającą inny rejon („2" lub „4"), to wybierak grupowy dokona zajęcia łącza międzycentralowego, zakończonego wybierakiem grupowym *WGIIp* w centrali tandemowej żądanego rejonu (rys. 9.20).

Druga cyfra numeru abonenta żądanego jest odbierana przez ten wybierak, który dokonuje wyboru jednej z central głównych żądanego rejonu i zajmuje łącze międzycentralowe, łączące z tą centralą, zakończone wybierakiem *WGIIIp*. Ze względu na możliwe zniekształcenia impulsów wybierczych translacja, stanowiąca wyposażenie tego łącza, może być wyposażona w regenerator.

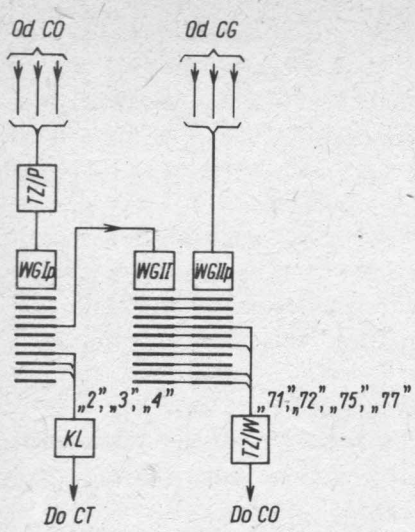


Rys. 9.20. Schemat ogólny centrali tandemowej systemu 32AB

Pozostałe cyfry numeru abonenta żądanego, nadawane przez abonenta wywołującego, są przekazywane do organów komutacyjnych centrali docelowej, za pośrednictwem translacji stanowiących wyposażenie łączy międzycentralowych.

Rola central tandemowych w węźle telekomunikacyjnym polega na łączeniu strumieni ruchu telefonicznego, przeznaczonych dla poszczególnych central głównych rejonu, a napływających od pozostałych central głównych i centrali węzłowej. Dzięki połączeniu wielu małych strumieni ruchu w jeden większy uzyskuje się znaczne oszczędności na liczbie łączy w wiązkach, łączących centralę tandemową z centralami głównymi oraz zmniejszenie ogólnej liczby wiązek łączy międzycentralowych.

Po wybraniu przez abonenta wywołującego cyfry określającej strefę zewnętrzną

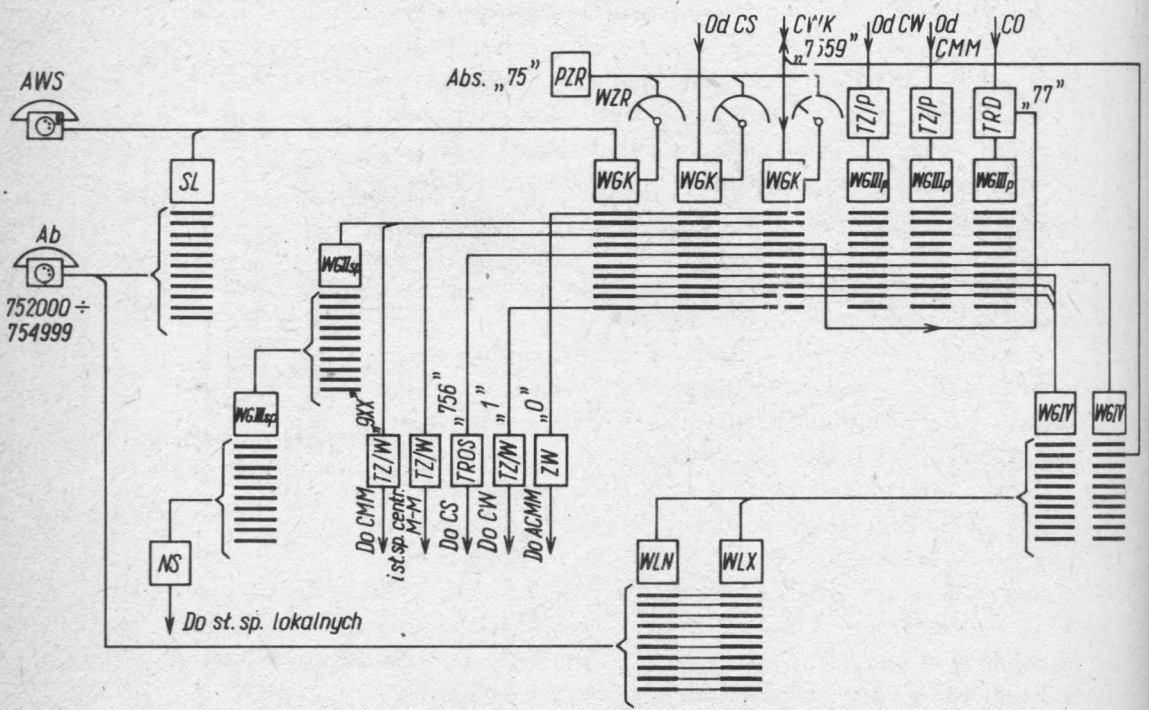


Rys. 9.21. Schemat ogólny centrali węzłowej systemu 32AB

(„7") zostaje zajęte łącze międzycentralowe zakończone wybierakiem grupowym *WGIIp* w centrali węzłowej (rys. 9.21).

Ponieważ połączenia telefoniczne z abonentami strefy zewnętrznej wymagają użycia kosztowniejszych urządzeń telekomutacyjnych i kosztowniejszych łączy międzycentralowych, przeto są one zaliczane wielokrotnie, co polega na wysyłaniu w czasie rozmowy do licznika abonenckiego impulsów licznikowych z częstotliwością uzależnioną od odległości między centralami, do których są przyłączone łącza abonenckie (strefy). Jest to tzw. zaliczanie strefowo-czasowe. Łącza łączące centrale główne z centralą węzłową są wyposażone w translacje prądu stałego *TRC*, przystosowane do takiego zaliczania.

Druga cyfra, nadana przez abonenta wywołującego, zostaje odebrana przez wybierak grupowy *WGIIp* centrali węzłowej, który wybiera kierunek do żądanej centrali okręgowej (rys. 9.22) i zajmuje łącze międzycentralowe. Jest to łącze prądu przemien-



Rys. 9.22. Schemat ogólny centrali okręgowej systemu 32AB

nego, wyposażone w odpowiednie translacje prądu przemiennego, przy czym translacja wyjściowa jest zazwyczaj z regeneratorem. Łącze to jest zakończone w centrali okręgowej wybierakiem grupowym *WGIIIp*.

Pozostałe cyfry numeru abonenta żądanego, przekazywane za pośrednictwem translacji *TRC* i *TZ/W* oraz *TZ/P*, są odbierane przez organy komutacyjne centrali okręgowej. Połączenie, jak już zaznaczono, jest zaliczane wielokrotnie.

Rola centrali węzłowej w węźle telekomunikacyjnym polega na zbieraniu małych strumieni ruchu telefonicznego od poszczególnych central głównych i kierowaniu ich do central okręgowych. Dzięki temu, podobnie jak w przypadku central tandemowych, wiązki łączące centrale węzłowe z centralami okręgowymi są lepiej wykorzystywane. Układ wieloboczny w strefie zewnętrznej nie jest stosowany ze względu na zbyt małe wzajemne zainteresowanie telefoniczne abonentów central okręgowych.

Połączenia telefoniczne inicjowane przez abonentów, których łącza są przyłączone do central okręgowych mają przebieg odbiegający od ogólnie przyjętego w systemie 32AB.

Abonent wywołujący po wywołaniu centrali uzyskuje najpierw połączenie z wybierakiem grupowym kierunkowym *WGK*, z którym jest połączony na sztywno obrotowy wybierak zespołów rozróżniających *WZR*. Do pola wybieraków *WZR* są przyłączone zespoły sterujące zwane **przekaźnikowymi zespołami rozróżniającymi** *PZR*. Po dołączeniu łącza abonenta wywołującego do *WGK* wybierak *WZR* wyszukuje wolny *PZR* i przyłącza do niego łącze *AbA*. *PZR* wysyła do *AbA* sygnał zgłoszenia centrali.

AbA wybiera numer *AbB*. Serie impulsów wybierczych, stanowiące ten numer są przez układ rejestrujący przekaźnikowego zespołu rozróżniającego rejestrowane, a następnie cyfry numeru — magazynowane. *PZR* jest przystosowany do odbioru numerów pięcio-, sześcio- i siedmiocyfrowych.

Zmagazynowane cyfry numeru *AbB* są przez *PZR* analizowane, w celu określenia rodzaju połączenia, przy czym rozróżnia się następujące przypadki:

— połączenie do centrali własnej lub podporządkowanej centrali satelitowej, abonenckiej albo wiejskiej,
— połączenie do innej centrali okręgowej przez centralę węzłową lub po łączach skrośnych,
— połączenie do centrali głównej,
— połączenie do służby specjalnej lokalnej albo centralnej,
— połączenie międzymiastowe wychodzące.

W przypadku połączania lokalnego, którego rozróżnienie następuje na podstawie dwucyfrowego członu centralowego numeru *AbB*, *PZR* absorbuje, czyli pochłania te cyfry, po czym wykorzystuje pozostałe 4 cyfry numeru *AbB* do wysterowania organów komutacyjnych centrali okręgowej (*WGK*, *WGIV* i *WL*). Sterowanie organami komutacyjnymi odbywa się za pomocą serii impulsów dziesiętnych, wytworzonych przez *PZR* i odpowiadających seriom impulsów wybierczych nadanych przez *AbA*.

Połączenia z abonentami strefy wewnętrznej oraz z abonentami innych central okręgowych są uzyskiwane za pośrednictwem centrali węzłowej. W tym celu *PZR* po rozpoznaniu kierunku nadaje do wybieraka kierunkowego cyfrę „1", co powoduje ustawienie szczotek tego wybieraka na poziomie pierwszym i zajęcie łącza międzycen-

tralowego prądu przemiennego, zakończonego w centrali węzłowej wybierakiem grupowym *WGIp*. Translacja wyjściowa, stanowiąca wyposażenie tego łącza jest przystosowana do zaliczania wielokrotnego.

Następnie *PZR* wydaje, cyfra po cyfrze, pełny numer *AbB* sterując w ten sposób organami komutacyjnymi centrali węzłowej i żądanej centrali głównej albo okręgowej.

Połączenie z inną centralą okręgową można uzyskiwać również za pomocą wiązek łączy skrośnych, co pokazano na przykładzie centrali okręgowej „77". W takim przypadku *PZR* absorbuje tylko pierwszą cyfrę numeru *AbB*, natomiast druga służy do wysterowania *WGK* w celu osiągnięcia wiązki łączy skrośnych, przyłączonych do odpowiedniego poziomu jego pola. W razie stwierdzenia przez *PZR* zajętości wszystkich łączy tej wiązki, połączenie zostaje skierowane do żądanej centrali okręgowej poprzez centralę węzłową.

Połączenia do służb specjalnych oraz połączenia międzymiastowe są kierowane przez odpowiednie poziomy *WGK*, sterowanego przez *PZR*.

10. Łącznice międzymiastowe sznurowe i bezsznurowe

10.1. Wiadomości ogólne

W ruchu międzymiastowym rozróżnia się trzy **metody łączenia: ręczną, półautomatyczną** i **automatyczną.**

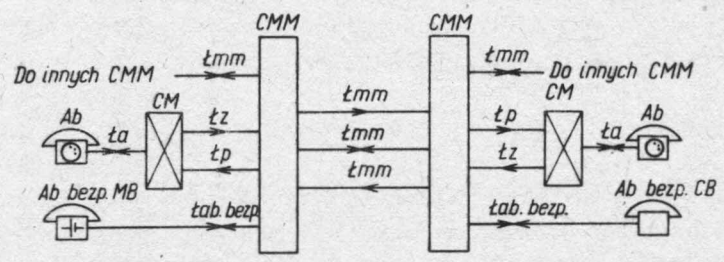
W **ręcznej metodzie łączenia** droga połączeniowa jest zestawiana przy współudziale telefonistek, w zasadzie wszystkich central międzymiastowych, przez które ma ona przechodzić.

W **półautomatycznej metodzie łączenia** w zestawieniu połączenia bierze udział tylko jedna telefonistka, a mianowicie telefonistka centrali wyjściowej. Telefonistka ta steruje zdalnie procesami łączenia we wszystkich centralach międzymiastowych, przez które przebiega droga połączeniowa, a w końcu wybiera zdalnie numer abonenta żądanego w jego centrali miejscowej, lub w jego sieci wewnątrzstrefowej, jeżeli ta ostatnia jest zautomatyzowana.

W **automatycznej metodzie łączenia** połączenia międzymiastowe są dokonywane bez udziału telefonistek. Sygnały wybiercze, potrzebne do zestawienia połączenia, nadaje abonent wywołujący tarczą numerową swojego aparatu.

Centrale międzymiastowe, w odróżnieniu od centrali miejscowych, zestawiają w zasadzie tylko połączenia między centralami telefonicznymi. Mogą przy tym zaistnieć dwa przypadki: połączenie jednej z obsługiwanych central miejscowych z odległą centralą międzymiastową oraz połączenie ze sobą dwóch odległych central międzymiastowych (rys. 10.1). W pierwszym przypadku mówimy o połączeniu końcowym, w drugim zaś — o połączeniu tranzytowym.

Połączenie końcowe polega na połączeniu ze sobą łącza międzymiastowego

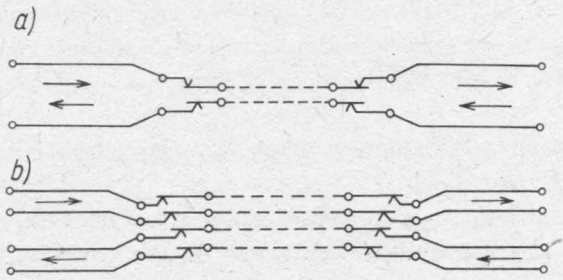


Rys. 10.1. Układ współpracy central międzymiastowych i miejscowych

Ab — abonent, *CM* — centrala miejscowa, *CMM* — centrala międzymiastowa, *Ła* — łącze abonenckie, *Łp* — łącze pośredniczące, *Łmm* — łącze międzymiastowe, *Łz* — łącze zgłoszeniowe

z łączem zgłoszeniowym lub z łączem pośredniczącym do centrali miejscowej, natomiast **połączenie tranzytowe** — na połączeniu ze sobą dwóch łączy międzymiastowych.

Zarówno połączenia końcowe jak i tranzytowe mogą być wykonywane albo **jednotorowo** zespołem połączeniowym dwuprzewodowym, albo **dwutorowo** (rys. 10.2), tzn. przy użyciu zespołu połączeniowego o dwu parach przewodów rozmównych. Jedna para przewodów rozmównych służy do łączenia ze sobą torów przenoszących prądy rozmówne w jednym kierunku, a druga para jest przeznaczona do łączenia torów drugiego kierunku transmisji.

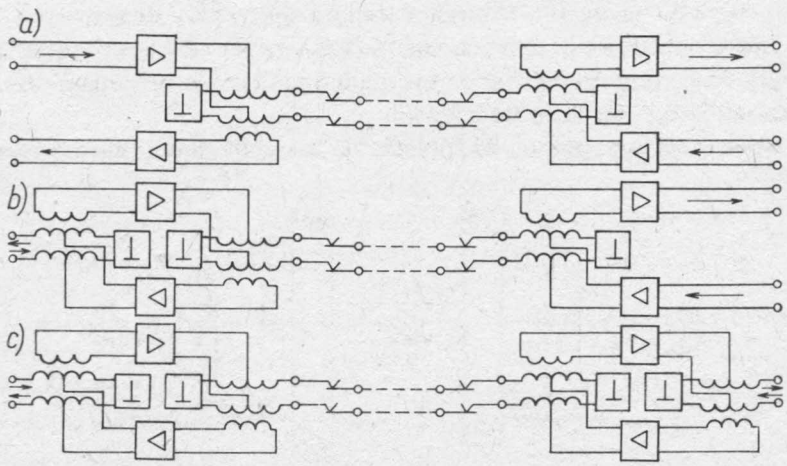


Rys. 10.2. Połączenia: *a*) jednotorowe; *b*) dwutorowe

Jeżeli w danej łącznicy międzymiastowej komutacja odbywa się jednotorowo, to wszystkie wprowadzone do niej łącza muszą mieć zakończenia jednotorowe. Podobnie w przypadku komutacji dwutorowej, wszystkie łącza wprowadzone do łącznicy międzymiastowej muszą mieć zakończenia dwutorowe. Przejścia z układu jednotorowego na dwutorowy i odwrotnie dokonuje się za pomocą rozgałęźników.

Przykłady połączeń jednotorowych dwóch łączy międzymiastowych jedno- i dwutorowych w różnych kombinacjach przedstawiono na rys. 10.3.

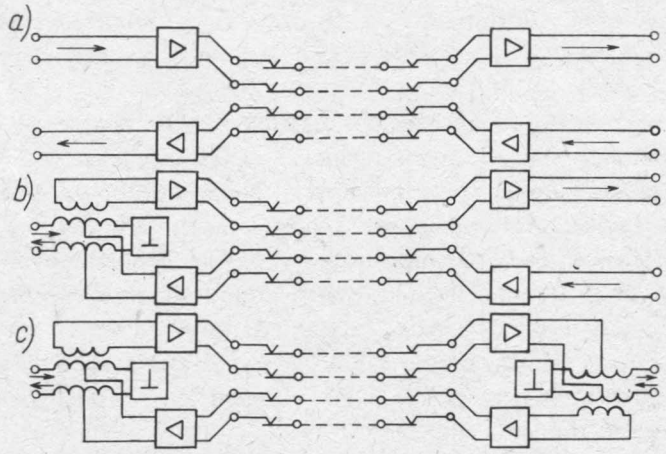
W przypadku łączy wzmacnianych łączonych ze sobą jednotorowo istnieje niebez-



Rys. 10.3. Przykłady połączeń jednotorowych: *a*) dwóch łączy dwutorowych; *b*) łącza jednotorowego z łączem dwutorowym; *c*) dwóch łączy jednotorowych

pieczeństwo wzbudzenia się zestawu łączy, które zwiększa się ze zwiększeniem liczby znajdujących się w nim rozgałęźników i przy liczbie ich większej od dziesięciu, w normalnej eksploatacji łączy międzymiastowych, niebezpieczeństwa tego nie można uniknąć.

Przy połączeniach zestawianych systemem dwutorowym niebezpieczeństwo wzbudzenia się zestawu łączy jest znacznie mniejsze ze względu na wyeliminowanie znacznej liczby rozgałęźników (rys. 10.4). System ten jest specjalnie korzystny w przypadku łączy dwutorowych, gdyż wówczas cały zestaw łączy zawiera rozgałęźniki tylko na swoich końcach, gdzie są one niezbędne do połączenia z łączami pośredniczącymi jednotorowymi.



Rys. 10.4. Przykłady połączeń dwutorowych: *a*) dwóch łączy dwutorowych; *b*) łącza jednotorowego z łączem dwutorowym; *c*) dwóch łączy jednotorowych

Połączenie się abonenta z centralą międzymiastową odbywa się z reguły za pośrednictwem centrali miejscowej. Wyjątek stanowią tzw. abonenci bezpośredni, których aparaty są połączone bezpośrednio z centralą międzymiastową i służą wyłącznie do rozmów międzymiastowych.

Dla ruchu wychodzącego od abonentów do centrali międzymiastowej centrala miejscowa jest połączona z centralą międzymiastową wiązką łączy zgłoszeniowych, które są przeznaczone albo wyłącznie do zamawiania rozmów międzymiastowych, albo służą zarówno do zamawiania, jak i realizacji połączeń międzymiastowych wychodzących.

Przebieg połączenia abonenta z centralą międzymiastową zależy od rodzaju łącznicy miejscowej.

W przypadku łącznicy miejskiej automatycznej abonent, chcąc zamówić rozmowę międzymiastową, wybiera numer centrali międzymiastowej i w ten sposób otrzymuje z nią połączenie.

Jeżeli ruch międzymiastowy w żądanym przez abonenta kierunku jest zautomatyzowany, abonent uzyskuje połączenie z centralą międzymiastową automatyczną po wybraniu tzw. **prefiksu międzymiastowego,** którym jest cyfra 0. Po otrzymaniu sygnału

zgłoszenia z centrali międzymiastowej abonent uzyskuje połączenie żądane bezpośrednio po wybraniu numeru abonenta żądanego.

Połączenie się telefonistki z abonentem miejskim odbywa się za pomocą łączy pośredniczących. Łącza te w centralach miejscowych ręcznych są zakończone gniazdkami i lampkami, natomiast w centralach miejscowych automatycznych są one doprowadzone bądź do wybieraków grupowych pierwszych (w centralach biegowych), bądź do stopnia grupowego (w centralach krzyżowych), bądź też do pola komutacyjnego (w centralach elektronicznych).

Klasyfikacja łącznic międzymiastowych najczęściej jest dokonywana z punktu widzenia zastosowanej metody łączenia. Rozróżniamy łącznice międzymiastowe z **obsługą ręczną** i z **obsługą automatyczną.**

Łącznice międzymiastowe ręczne z kolei dzielą się na **sznurowe** i **bezsznurowe.**

Łącznice sznurowe są zbudowane w podobny sposób, jak łącznice miejscowe ręczne.

Łącznice bezsznurowe są łącznicami o częściowo zautomatyzowanych procesach łączeniowych. Stanowiska, z których utworzone są łącznice tego typu, wykonane są w postaci stołów. Na pulpitach poziomych tych stanowisk zmontowane są przełączniki, lampki, wskaźniki, tarcze numerowe, czasomierze itd. Tworzą one wyposażenie umożliwiające telefonistce międzymiastowej wykonywanie potrzebnych manipulacji, np. sterowanie automatem międzymiastowym, zbudowanym w sposób podobny do łącznic miejscowych automatycznych. Za pomocą automatu międzymiastowego można tarczą numerową lub klawiaturą wybrać łącze międzymiastowe żądanego kierunku międzymiastowego w taki sposób, w jaki abonent centrali miejscowej automatycznej wybiera łącze abonenta żądanego.

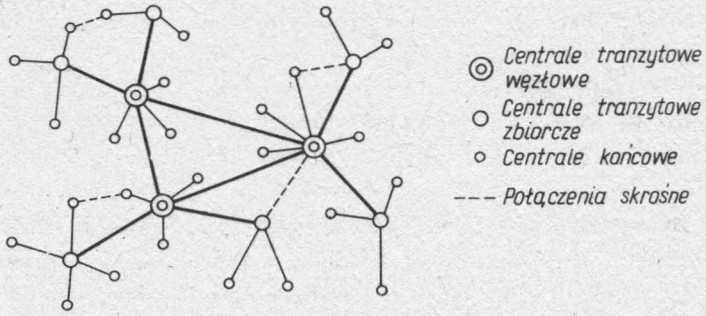
Łącznice międzymiastowe automatyczne można, z punktu widzenia rodzaju zastosowanych urządzeń łączeniowych, podzielić na **elektromechaniczne** i **elektroniczne.**

Łącznice międzymiastowe automatyczne pracują z reguły w układzie rejestrowym i są wyposażone w urządzenia zwane rejestrami, służące do przyjmowania i magazynowania kolejnych cyfr numeru nadanego przez abonenta wywołującego. Przyjęty numer stanowi podstawę do zestawienia drogi połączeniowej w sieci międzymiastowej od centrali międzymiastowej wyjściowej do centrali docelowej. Czynność tę wykonuje bądź sam rejestr, bądź też inne urządzenie zwane przelicznikiem. Łącznice systemów rejestrowych pozwalają na kierowanie połączeń w sieci międzymiastowej drogami kolejnego wyboru, a przez to na lepsze wykorzystanie wiązek łączy tej sieci. Ponadto upraszczają one znacznie numerację międzymiastową.

10.2. Sieć międzymiastowa

W polskiej sieci telefonicznej międzymiastowej istnieje ponad 300 central międzymiastowych. Z tej liczby cztery są wyposażone w łącznice międzymiastowe automatyczne systemu Pentaconta (o przejściu dwutorowym), a pozostałe zawierają łącznice ręczne, głównie polskiej produkcji powojennej. Nominalnie centrale są trzech katego-

rii: **tranzytowe węzłowe, tranzytowe zbiorcze** i **końcowe** i wraz z wiążącymi je wiązkami łączy tworzą sieć trójstopniową: wieloboczną na stopniu central węzłowych, a gwiaździstą na stopniu central zbiorczych i na stopniu central końcowych (rys. 10.5). W praktyce, ze względu na istnienie tylko kilku central realizujących dwutorowy tranzyt automatyczny i znaczny procent ruchu ręcznego z oczekiwaniem, istnieje bardzo dużo wiązek łączy skrośnych, a każda z większych central końcowych zestawia również połączenia tranzytowe.



Rys. 10.5. Przykład sieci międzymiastowej trójstopniowej

Rozpoczęcie w ostatnich latach produkcji central telefonicznych automatycznych systemów Pentaconta i E-10 oraz dokonana w 1975 r. zasadnicza zmiana podziału administracyjno-terenowego Polski spowodowały konieczność zmiany koncepcji struktury sieci międzymiastowej. Obecnie przewiduje się, że w nowej sieci międzymiastowej, każde miasto wojewódzkie będzie miało centralę **międzymiastową tranzytową automatyczną,** z czego 12 będzie miało kategorię centrali węzłowej, a pozostałe 37 — kategorię centrali zbiorczej. Istniejące centrale międzymiastowe ręczne będą w miarę postępu automatyzacji ruchu międzymiastowego likwidowane.

10.3. Zasady eksploatacji central międzymiastowych

10.3.1. Systemy ruchu międzymiastowego

Systemem ruchu międzymiastowego nazywa się sposób zestawiania połączeń międzymiastowych, uwzględniający zarówno techniczną jak i organizacyjną stronę tego procesu. Z technicznego punktu widzenia zestawianie połączeń międzymiastowych może być dokonywane: **ręcznie, półautomatycznie** i **automatycznie.** Natomiast z punktu widzenia organizacji procesu obsługi ruchu telefonicznego międzymiastowego, połączenia międzymiastowe mogą być realizowane albo natychmiast, albo co najwyżej z niewielką zwłoką (rzędu paru minut), albo też z oczekiwaniem na połączenie (przekraczającym zwykle kilkanaście minut).

W chwili obecnej zasadniczo stosowane są trzy systemy ruchu międzymiastowego: **ruch z oczekiwaniem, ruch szybki** i **ruch automatyczny.**

Ruch z oczekiwaniem jest to system ruchu, w którym zamówienie na rozmowę międzymiastową przyjmuje jedna telefonistka, a inna telefonistka tej samej centrali dokonuje połączenia abonenta wywołującego z abonentem żądanym ręcznie lub półautomatycznie. Abonent wywołujący łączy się z centralą międzymiastową poprzez swoją centralę miejscową i łącze zgłoszeniowe, a po zamówieniu połączenia żądanego — rozłącza się i oczekuje na jego realizację. Połączenia są realizowane w zasadzie w kolejności zgodnej z kolejnością napływu zamówień na rozmowy w danej relacji. Uwzględniona jest jednak kategoria rozmowy (zwykła, służbowa, błyskawiczna itd.). Centrala międzymiastowa łączy się z abonentem wywołującym poprzez łącze pośredniczące i właściwą centralę miejscową.

W systemie ruchu z oczekiwaniem stosowane są dwa rodzaje stanowisk zasadniczych: zgłoszeniowe — służące do przyjmowania zamówień na rozmowy międzymiastowe i łączeniowe ruchu z oczekiwaniem (w skrócie *RO*), przeznaczone do realizowania połączeń międzymiastowych wszystkich rodzajów, tzn. wychodzących, przychodzących i tranzytowych. Każda telefonistka obsługuje na swoim stanowisku określoną relację (lub relacje) międzymiastową i ma do swojej wyłącznej dyspozycji określoną liczbę łączy tej relacji. Liczba łączy międzymiastowych, przydzielanych na jedno stanowisko *RO* wynosi od dwóch do czterech, zależnie od rodzaju łączy (międzynarodowe, międzywojewódzkie, wewnątrzwojewódzkie itd.), zastosowanej metody łączenia i kwalifikacji telefonistki. Na ogół im więcej łączy obsługuje jedna telefonistka, tym gorzej są one wykorzystywane.

Rozdział łączy międzymiastowych między stanowiska *RO* jest taki, aby w każdej relacji współpracowały ze sobą stale te same telefonistki, gdyż wówczas osiąga się lepsze wykorzystanie łączy.

Połączenia tranzytowe między centralami międzymiastowymi, z którymi centrala wykonująca to połączenie współpracuje systemem ruchu z oczekiwaniem, wymagają współpracy dwóch telefonistek centrali tranzytującej, a mianowicie telefonistki obsługującej łącza z centrali wywołującej i telefonistki obsługującej łącza do centrali żądanej.

Ruch szybki jest to system ruchu, w którym w godzinie największego ruchu 80...90 % zamówień na rozmowy międzymiastowe jest realizowanych przed upływem tzw. granicznego czasu oczekiwania, przy czym połączenie realizuje ręcznie lub półautomatycznie ta sama telefonistka, która przyjęła zamówienie. Jeżeli połączenie nie może być zrealizowane przed upływem granicznego czasu oczekiwania, to zamówienie zostaje przekazane do realizacji systemem ruchu z oczekiwaniem na inne stanowisko.

Wykorzystanie łączy międzymiastowych w wiązce eksploatowanej omawianym systemem ruchu zależy od wielkości wiązki i zwiększa się wraz ze zwiększeniem liczby łączy w wiązce. Dla małych wiązek łączy (do kilkunastu łączy w wiązce) jest ono mniejsze niż przy systemie ruchu z oczekiwaniem.

W systemie ruchu szybkiego są stosowane trzy rodzaje stanowisk ruchu wychodzącego *RW*, ruchu odroczonego *RWS* i ruchu przychodzącego *RP*.

Stanowiska *RW* służą do realizacji połączeń międzymiastowych wychodzących z własnej strefy numeracyjnej. Przed zestawieniem połączenia telefonistka stanowiska *RW* dokonuje tzw. identyfikacji numeru abonenta zamawiającego rozmowę, czyli

sprawdzenia, czy mówi on z tego aparatu, którego numer podał. Identyfikacja ma na celu uniemożliwienie nadużyć polegających na podaniu numeru fałszywego. Identyfikacja numeru abonenta jest przeprowadzana zwykle przez wybranie zwrotne tego numeru poprzez łącze pośredniczące.

Stanowiska *RWS* służą do realizacji wszystkich połączeń „trudnych" (np. na określoną godzinę, z przywołaniem do rozmównicy itp.), a przede wszystkim do realizcji zamówień odroczonych, tzn. tych, które nie zostały zrealizowane na stanowiskach *RW* prezed upływem granicznego czasu oczekiwania.

Stanowiska *RP* są przeznaczone do realizacji wszystkich połączeń przychodzących, końcowych i tranzytowych, w których konieczne jest pośrednictwo telefonistki.

Ruch automatyczny jest to system ruchu, w którym abonent wywołujący wybiera numer niezbędny do bezpośredniego osiągnięcia abonenta żądanego i albo otrzymuje połączenie natychmiast, albo zostaje powiadomiony, odpowiednim sygnałem tonowym lub słownym o niemożności zrealizowania połączenia i wtedy rozłącza się. W przypadku sygnału natłoku (chwilowy brak organów połączeniowych lub łączy) abonent po rozłączeniu się może po chwili rozpocząć łączenie się ponownie.

Wszystkie, wchodzące w skład sieci międzymiastowej automatycznej, centrale miejscowe automatyczne lub układy takich central objęte wspólną numeracją (np. strefy numeracyjne) mają przydzielone odpowiednie numery zwane wskaźnikami międzymiastowymi, tworząc razem system numeracji międzymiastowej. Abonent, chcąc uzyskać połączenie międzymiastowe, łączy się najpierw z własną centralą międzymiastową wybierając tarczą numerową prefiks (cyfrę 0), następnie wybiera wskaźnik międzymiastowy centrali abonenta żądanego. Wskaźnik międzymiastowy i numer wewnątrzstrefowy tworzą numer krajowy abonenta.

Ruch automatyczny może być stosowany również w pojedynczych relacjach międzymiastowych w odniesieniu jedynie do połączeń bezpośrednich pomiędzy abonentami dwóch odległych sieci miejscowych automatycznych lub wewnątrzstrefowych, jeżeli są one całkowicie zautomatyzowane.

Automatyzacja ruchu tym systemem, zwanym systemem „miasto—miasto", w zasadzie nie wymaga stosowania odrębnych urządzeń komutacyjnych i taryfikacji. Poza translacjami wybierania zdalnego stosuje się ten sam sprzęt i te same zasady, jak w przypadku sieci wewnątrzstrefowych automatycznych. W związku z tym opisany system automatyzycji ruchu międzymiastowego może być wprowadzony do eksploatacji jeszcze przed zautomatyzowaniem central międzymiastowych i może być stosowany we wszystkich tych silnie obciążonych relacjach międzymiastowych, w których jest do dyspozycji odpowiednia liczba łączy.

10.3.2. Zasady taryfikacji rozmów międzymiastowych

Opłaty za rozmowy telefoniczne międzymiastowe realizowane w ruchu ręcznym i półautomatycznym, tzn. przy udziale co najmniej jednej telefonistki międzymiastowej, ustalane są na podstawie zapisów na **kartkach zamówieniowych**, wypełnianych przez telefonistki przy przyjmowaniu zamówień oraz przy zestawianiu i rozłączaniu

połączenia. Zapisy te obejmują między innymi numer abonenta wywołującego, nazwę miejscowości docelowej i numer abonenta żądanego, datę, godzinę i minutę początku i końca rozmowy, kategorię rozmowy (zwykła, pilna itd.) oraz symbole świadczeń dodatkowych, jak np. przywołanie określonej osoby do aparatu, wezwanie do rozmównicy itp. Każda kartka zamówieniowa, po uzupełnieniu zapisów czasem trwania rozmowy i wysokością opłaty, wykorzystywana jest zwykle również jako rachunek za przeprowadzoną rozmowę.

Taryfikowanie połączeń międzymiastowych automatycznych odbywa się zwykle w urządzeniach sterujących central międzymiastowych, natomiast zaliczanie takich połączeń może być realizowane albo za pomocą **„rozsypanych" impulsów zaliczających** na liczniku rozmów abonenta, albo za pomocą urządzeń zapisujących i sporządzających rachunki w sposób automatyczny.

Zaliczanie za pomocą impulsów zaliczających polega na przesyłaniu takich impulsów przez cały czas trwania rozmowy do licznika rozmów abonenta w jednakowych, określonych dla danej taryfy odstępach czasu. Sposób ten może być stosowany tylko do takich wysokości taryfy, przy jakich impulsy zaliczające mogą być jeszcze przyjmowane przez licznik abonenta. Obecnie produkowane w Polsce liczniki mogą przyjmować najwyżej kilka impulsów na sekundę.

Zaliczanie rozmów międzymiastowych automatycznych za pomocą urządzeń zapisujących automatycznie polega na tym, że wszystkie dane potrzebne do zaliczania rozmów są przesyłane z centrali wyjściowej dla danego połączenia poprzez łącze transmisji danych do centrum taryfikacyjnego danego obszaru. W centrum następuje automatyczne obliczenie wysokości opłaty i zapisanie jej na koncie abonenta wywołującego.

W Polsce są stosowane obydwa opisane sposoby: pierwszy w przypadku abonentów przyłączonych do central miejscowych systemów elektromechanicznych, a drugi, w przypadku abonentów przyłączonych do central miejscowych elektronicznych.

10.4. Łącznica międzymiastowa sznurowa uniwersalna U-57

10.4.1. Charakterystyka ogólna

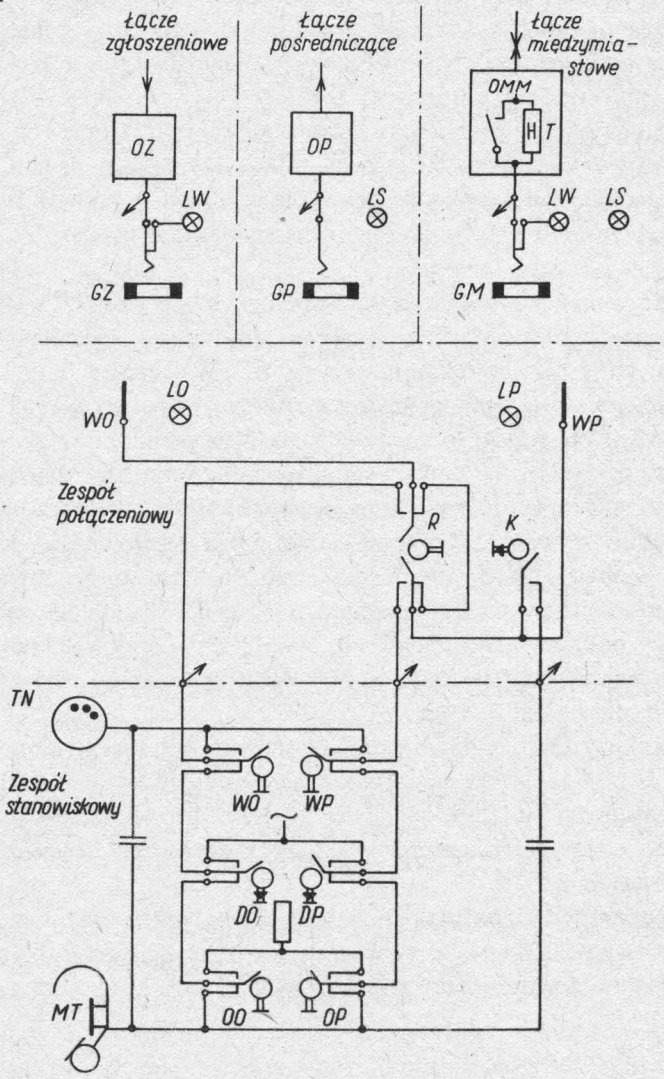
Łącznica międzymiastowa typu U-57 jest łącznicą z obsługą ręczną, wyposażoną w stanowiska sznurowe uniwersalne, umożliwiające realizację na każdym stanowisku połączeń międzymiastowych przychodzących, wychodzących i tranzytowych.

Łącznica typu U-57 jest przystosowana do współpracy z łącznicami miejscowymi automatycznymi systemu 32AA i 32AB. Połączenia z abonentami miejskimi uzyskuje się za pomocą łączy pośredniczących, doprowadzonych do wybieraków grupowych międzymiastowych w centrali miejscowej.

Połączenia międzymiastowe mogą być załatwiane systemem ruchu z oczekiwaniem lub systemem ruchu szybkiego, przy czym identyfikacja numeru abonenta odbywa się

przez wybieranie zwrotne. Wszystkie połączenia międzymiastowe zestawiane są jednotorowo. W przypadku połączeń tranzytowych przewidziane jest automatyczne wyłączanie odpowiednich tłumików z zespołów liniowych łączy międzymiastowych.

Łącznica typu U-57 jest przystosowana do zasilania z baterii o napięciu 50 V. Wymaga ona ponadto baterii licznikowej, źródeł prądu dzwonienia i sygnałów tonowych oraz — do żarzenia lampek sygnalizacyjnych — napięcia sieciowego zredukowanego do 12 V.



Rys. 10.6. Układ zasadniczy łącznicy międzymiastowej U-57

DO — przełącznik wywoławczy (strona wtyczki *WO*), *DP* — przełącznik wywoławczy (strona wtyczki *WP*), *GM* — gniazdko łącza międzymiastowego, *GP* — gniazdko łącza pośredniczącego, *GZ* — gniazdko łącza zgłoszeniowego, *K* — przełącznik przechylny (strona „kontrola połączenia"), *LO* — lampka rozłączeniowa (strona wtyczki *WO*), *LP* — lampka rozłączeniowa (strona wtyczki *WP*), *LS* — lampka swobody, *LW* — lampka wywoławcza, *MT* — mikrotelefon, *OMM* — zespół liniowy łącza międzymiastowego, *OO* — przełącznik odłączny (strona wtyczki *WO*), *OP* — przełącznik odłączny (strona wtyczki *WP*), *OP* — zespół liniowy łącza pośredniczącego, *OZ* — zespół liniowy łącza zgłoszeniowego, *R* — przełącznik (strona „rozmowa"), *T* — tłumik, *TN* — tarcza numerowa, *WO* — przełącznik wybierania (strona wtyczki *WO*), *WP* — przełącznik wybierania (strona wtyczki *WP*), *WO* — wtyczka odzewowa, *WP* — wtyczka pośrednicząca

Schemat ogólny łącznicy międzymiastowej U-57 przedstawiono na rys. 10.6. Zespół połączeniowy *ZP*, zakończony wtyczkami *WO* i *WP*, wyposażony jest w trzypozycyjny przełącznik przechylny *R* — *K* oraz w dwie lampki rozłączeniowe: *LO* — sygnalizującą rozłączenie od strony łącza, w którego gniazdku tkwi wtyczka *WO*, oraz *LP* — sygnalizującą rozłączenie od strony łącza, w którego gniazdku tkwi wtyczka *WP*. Ponadto w wyposażeniu każdego zespołu połączeniowego znajduje się czasomierz elektryczny i przełącznik niestabilny *PC*, służący do jego uruchomienia. Cechą charakterystyczną zespołów połączeniowych jest ich całkowita symetria, polegająca na tym, że wszystkie manipulacje łączeniowe można wykonywać zarówno przy użyciu wtyczki *WO*, jak i przy użyciu wtyczki *WP*.

Zespół stanowiskowy *ZS* zawiera tarczę numerową *TN* oraz trzy trzypozycyjne przełączniki: dzwonienia *DO—DP* służący do wysyłania prądu dzwonienia, odłączny *OO—OP* służący do odłączania od wyposażenia odzewowego telefonistki jednej lub drugiej połowy zespołu połączeniowego oraz wybierania *WO—WP*, umożliwiający użycie tarczy numerowej.

Łącza zgłoszeniowe zakończone są zespołami liniowymi *OZ* z gniazdkami *GZ* i lampkami wywoławczymi *LW*, a łącza pośredniczące — zespołami liniowymi *OP* z gniazdkami *GP* i tzw. lampkami swobody *LS*. W łącznicy typu U—57 zamiast sygnalizowania zajętości łączy pośredniczących zastosowano sygnalizację swobody (tzn. niezajętości) pierwszego z kolei wolnego łącza pośredniczącego spośród łączy przyłączonych do gniazd *GP* danego stanowiska. Podobnie rozwiązano sygnalizację swobody łączy międzymiastowych tego samego kierunku, zakończonych wyposażeniami przekaźnikowymi *OMM* oraz gniazdkami *GM*, lampkami wywoławczymi *LW* i lampkami swobody *LS*. Łącza międzymiastowe wzmacniane zawierają ponadto w swoim wyposażeniu tłumik *T* o tłumienności około 4,3 dB i impedancji falowej 600 Ω, włączany przy połączeniach końcowych, a wyłączany przy połączeniach tranzytowych, charakteryzujących się tym, że obie wtyczki zespołu połączeniowego tkwią w gniazdkach międzymiastowych.

W przypadku gdy przewiduje się pracę systemem *RO*, w polu pionowym stanowiska montuje się tzw. „pole lokalne", zawierające pewną liczbę (zwykle 5) gniazdek oraz przyporządkowanych im lampek sygnalizacyjnych i przełączników wciskowych. Do pola tego przyłącza się te łącza międzymiastowe, które na danym stanowisku mają być obsługiwane systemem *RO*.

Łącza abonentów bezpośrednich, jeżeli tacy są przewidziani w danej centrali międzymiastowej, są zakończone wyposażeniami przekaźnikowymi oraz gniazdkami, lampkami wywoławczymi i lampkami zajętości.

10.4.2. Ogólny przebieg połączeń

Przebieg połączenia wychodzącego, realizowanego ruchem szybkim, jest następujący: wywołanie, które nadeszło od abonenta chcącego uzyskać połączenie międzymiastowe, jest sygnalizowane na wszystkich stanowiskach, przeznaczonych do pracy jako stanowiska *RW*, przez zaświecenie się lampek wywoławczych *LW* tego łącza zgłosze-

niowego, po którym przyszło wywołanie. Nie zajęta w danej chwili telefonistka zgłasza się przez włożenie jednej z wtyczek np. *WO*, wolnego zespołu połączeniowego do gniazdka *GZ* tego łącza, gasząc tym samym lampki *LW*. Następnie przełącznikiem *R—K* przyłącza do niego swój zespół stanowiskowy. Po przyjęciu od abonenta danych, dotyczących żądanej rozmowy, telefonistka poleca mu rozłączyć się przez położenie mikrotelefonu na widełki aparatu, po czym sama odłącza się od niego przez ustawienie przełącznika odłącznego w pozycji *OO*. Następnie wkłada drugą wtyczkę, w tym przypadku *WP*, użytego przy zgłoszeniu się zespołu połączeniowego do wyróżnionego świecącą się lampką *LS* gniazdka spośród gniazdek międzymiastowych *GMM* żądanego kierunku i przez przechylenie przełącznika wywoławczego w pozycję *WP* wywołuje żądaną centralę międzymiastową.

W chwili włożenia wtyczki do gniazdka międzymiastowego gasną na wszystkich stanowiskach lampki *LS* przy gniazdkach zajętego w ten sposób łącza międzymiastowego, a zaczynają świecić analogiczne lampki przy gniazdkach następnego z kolei wolnego łącza tego samego kierunku.

Po zgłoszeniu się wywoływanej centrali międzymiastowej telefonistka prosi ją o połączenie z żądanym abonentem. Zanim to nastąpi, telefonistka odłącza się od łącza międzymiastowego przechylając przełącznik odłączny w pozycję *OP*, a następnie łączy się zwrotnie z abonentem wywołującym w celu identyfikacji jego numeru. Przekłada zatem wtyczkę *WO* z gniazdka *GZ* do wyróżnionego ściecącą się lampką *LS* gniazdka *GP* i po przechyleniu przełącznika *WO* wybiera numer tego abonenta.

W chwili włożenia wtyczki w gniazdko *GP* gasną lampki *LS* przy gniazdkach zajmowanego w ten sposób łącza pośredniczącego, a jednocześnie zaczynają świecić analogiczne lampki przy gniazdkach następnego z kolei wolnego łącza pośredniczącego.

Gdy wybrany zwrotnie abonent zgłosi się, telefonistka ustawia przełącznik odłączny w położeniu środkowym, łącząc w ten sposób tego abonenta z przygotowanym już przez odległą centralę międzymiastową abonentem żądanym. Po nawiązaniu rozmowy przez abonentów telefonistka przestawia przełącznik *R—K* w położenie spoczynkowe, odłączając się w ten sposób od zestawionego przez siebie połączenia, a następnie przełącznikiem *PC* uruchamia czasomierz użytego zespołu połączeniowego.

Sygnał końca rozmowy od strony abonenta powoduje zaświecenie właściwej lampki rozłączeniowej w zespole połączeniowym, w tym przypadku lampki *LO*. Natomiast sygnał rozłączeniowy od strony łącza międzymiastowego powoduje zaświecenie drugiej lampki, w tym wypadku *LP*. Z chwilą nadejścia sygnału rozłączeniowego z którejkolwiek strony zostaje przerwany obwód czasomierza. Po zauważeniu nadejścia sygnałów rozłączeniowych telefonistka wysyła przełącznikiem dzwonienia sygnał rozłączeniowy do odległej centrali międzymiastowej, a następnie wyjmuje wtyczki zespołu połączeniowego z gniazdek, powodując tym samym zgaszenie lampek rozłączeniowych.

Przebieg połączenia przychodzącego jest następujący: wywołanie z odległej centrali międzymiastowej powoduje zaświecenie lampek wywoławczych *LW*, należących do wywołującego łącza międzymiastowego, na wszystkich stanowiskach, przeznaczonych

do pracy jako stanowiska *RP*. Jedna z wolnych telefonistek stanowiska *RP*, zgłasza się przez włożenie dowolnej wtyczki, np. *WO*, wolnego zespołu połączeniowego w najbliższe gniazdko *GMM* tego łącza, gasząc w ten sposób lampki *LW*. Następnie przełącznikiem *R—K* przyłącza do niego swój zespół stanowiskowy i przyjmuje dyspozycje z odległej centrali międzymiastowej. Jeżeli jest żądane połączenie z abonentem lokalnym, to telefonistka wykonuje je za pośrednictwem łącza pośredniczącego w sposób opisany poprzednio. Jeżeli natomiast żąda się połączenia tranzytowego z inną centralą międzymiastową, to telefonistka w znany już sposób wywołuje tę centralę, a następnie wykonuje żądane połączenie tranzytowe. Jeżeli przy tym jedno lub obydwa łącza użyte w połączeniu tranzytowym są wyposażone we wzmacniaki końcowe, to po włożeniu wtyczek zespołu połączeniowego w gniazdka tych łączy zostają wyłączone tłumiki *T* z obwodów rozmównych łączy wzmacnianych.

Rozmowa i rozłączenie połączenia mają przebieg identyczny jak w przypadku połączenia wychodzącego z tą jedynie różnicą, że telefonistka nie uruchamia czasomierza.

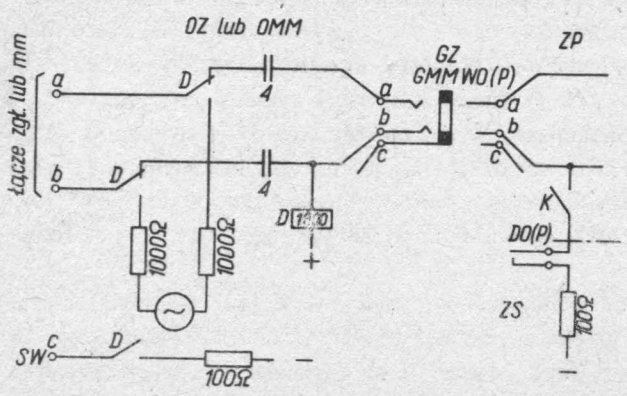
10.5. Charakterystyczne rozwiązania schematowe łącznicy międzymiastowej U-57

10.5.1. Nadawanie i odbiór sygnałów wywołania

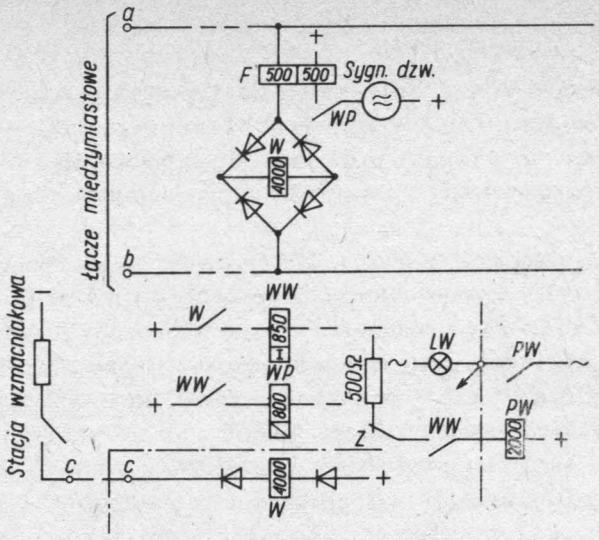
Nadawanie sygnału wywołania (rys. 10.7) przez zespół liniowy (*OMM*, *OZ* lub *OAB*) dokonuje się przez dołączenie minusa przez rezystor 100 Ω do przewodu *b* zespołu połączeniowego, co następuje po uruchomieniu przełącznika *DO* lub *DP* zespołu stanowiskowego, przy przechylonym przełączniku *R* zespołu połączeniowego i wtyczce *WO* (*WP*) wetkniętej w gniazdko zespołu liniowego.

W zespole liniowym działa przekaźnik *D* i przyłącza źródło prądu dzwonienia do przewodów łącza, albo (zespół *OMM*) minus do przewodu sygnalizacyjnego *c*, wskutek czego urządzenie zewowe stacji wzmacniakowej wysyła sygnał wywołania w odpowiedniej postaci.

Odbiór sygnału wywołania (rys. 10.8) przez zespół *OMM*, stanowiący wyposażenie



Rys. 10.7. Nadawanie sygnału wywołania przez łącznicę międzymiastową U-57



Rys. 10.8. Odbiór sygnału wywołania przez zespół *OMM* łącznicy międzymiastowej U-57

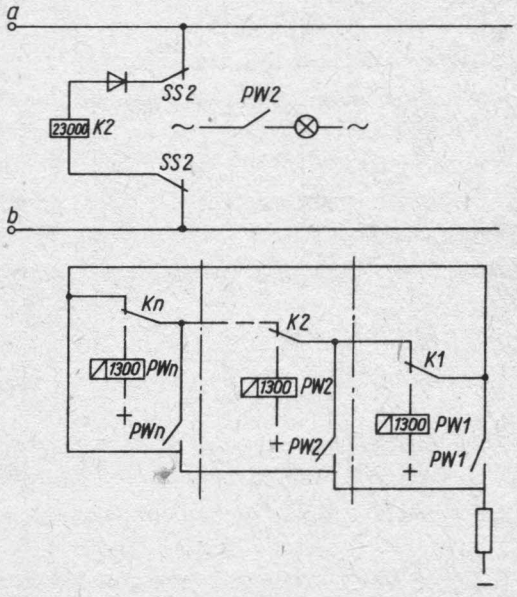
łącza międzymiastowego niewzmacnianego lub przez zespół *OAB* (abonenta bezpośredniego) odbywa się za pomocą przekaźnika włączonego do układu mostka prostownikowego, natomiast od stacji wzmacniakowej po przewodzie sygnalizacyjnym *c*.

10.5.2. Sygnalizacja stanu swobody łączy

Działanie układu lampek swobody przedstawiono dla zespołów *OP* (rys. 10.9).

W stanie spoczynku zespołu *OP* czynny jest (od napięcia z zespołu *WGMM*) przekaźnik *K*, który zamyka obwód odpowiadającego zespołowi przekaźnika *PW*. Działający przekaźnik *PW* podtrzymuje się, uniemożliwia zadziałanie pozostałych przekaźników *PW* oraz zamyka obwód lampek swobody *LS* zespołu; zespół *OP* jest wyznaczony do pracy.

Po zajęciu zespołu *OP* przez telefonistkę (działa przekaźnik SS) zwalnia przekaźnik *K*, a po nim z opóźnieniem — przekaźnik *PW*. Zanim to nastąpi, działa przekaźnik *PW* kolejnego wolnego zespołu *OP*.



Rys. 10.9. Układ lampek swobody

10.5.3. Układ impulsowania do centrali miejskiej

Układ impulsowania (rys. 10.10) należy do wyposażenia zespołu *OP*.

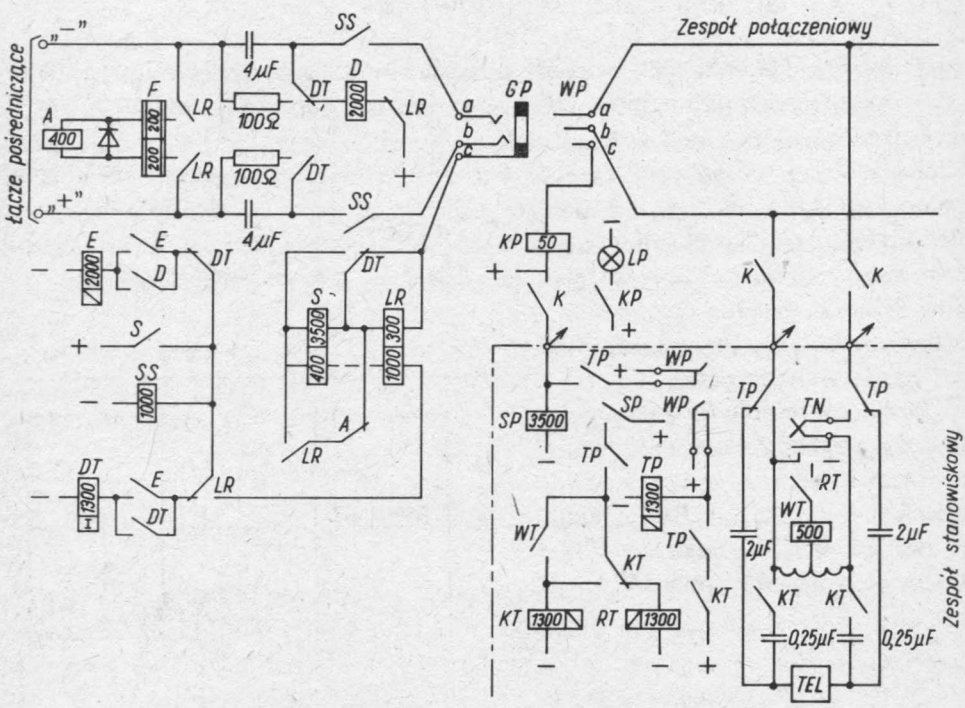
Po włożeniu wtyczki *WP* (*WO*) zespołu połączeniowego do gniazdka zespołu *OP*, przy nieprzechylonym przełączniku *R* i nieczynnym przekaźniku *K*, działają przekaźniki *KP* i *S*, a następnie *SS*. Po przechyleniu przełącznika *R* działa przekaźnik *K*, a następnie *SP*.

Telefonistka przechyla przełącznik *WP*, wskutek czego działa przekaźnik *TP*, a następnie *RT*, który przyłącza minus do przewodów *a* i *b*. Wskutek tego działają przekaźniki *WT* i *D*. Po zadziałaniu *WT* zostaje wzbudzony *KT*, a zwalnia *RT*. Do przewodów *a* i *b* jest dołączona tarcza numerowa i układ odzewowy telefonistki.

W zespole *OP* działa przekaźnik *E*, a następnie *DT*, po czym *E* zwalnia. Przekaźnik *DT* zamyka pętlę łącza pośredniczącego. Telefonistka odbiera sygnał zgłoszenia nadawany przez *WGMM*, po czym wybiera numer *AbB*.

Po zakończeniu wybierania telefonistka zwalnia przełącznik *WP*, wskutek czego rezystancja przewodu *c* zmniejsza się na krótko do 50 Ω (zwojnica *KP*) i w zespole *OP* zostaje wzbudzony przekaźnik *LR*. Przekaźnik ten zamyka pętlę łącza pośredniczącego na zwojnice dławika *F* i przekaźnika *A*, połączone szeregowo. Przekaźnik *DT* zwalnia.

Po zgłoszeniu się *AbB* działa przekaźnik *A* wskutek zmiany biegunowości przewodów łącza pośredniczącego.



Rys. 10.10. Układ impulsowania łącznicy międzymiastowej U-57

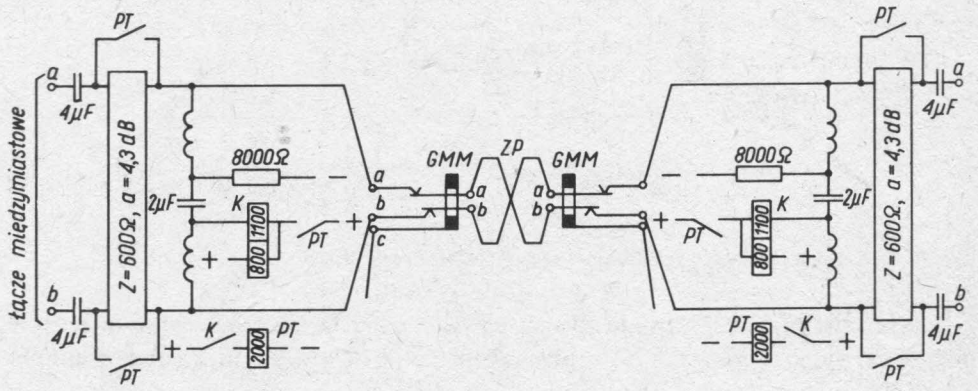
Telefonistka zestawia połączenie prostując przełącznik *R*, wskutek czego zwalnia przekaźnik *K*. Przewód *c* jest nacechowany, od strony zespołu *OP*, minusem przez dużą rezystancję i przekaźnik *KP* nie działa; lampka *LP* nie świeci się.

Po odłożeniu mikrotelefonu przez *AbB* przekaźnik *A* zwalnia i zostaje zwarta wysokoomowa zwojnica przekaźnika *S*, wkutek czego działa przekaźnik *KP* i zamyka obwód lampki *LP*.

Po wyjęciu wtyczki z gniazdka przekaźnika *S* zwalnia kotwicę, a po nim przekaźnik *LR*, który przerywa pętlę łącza pośredniczącego.

10.5.4. Wyłączanie tłumików w zespołach liniowych łączy międzymiastowych

Wyłączanie tłumików w zespołach liniowych łączy międzymiastowych (rys. 10.11) następuje samoczynnie, gdy wtyczki zespołu połączeniowego znajdują się w gniazdach takich zespołów.



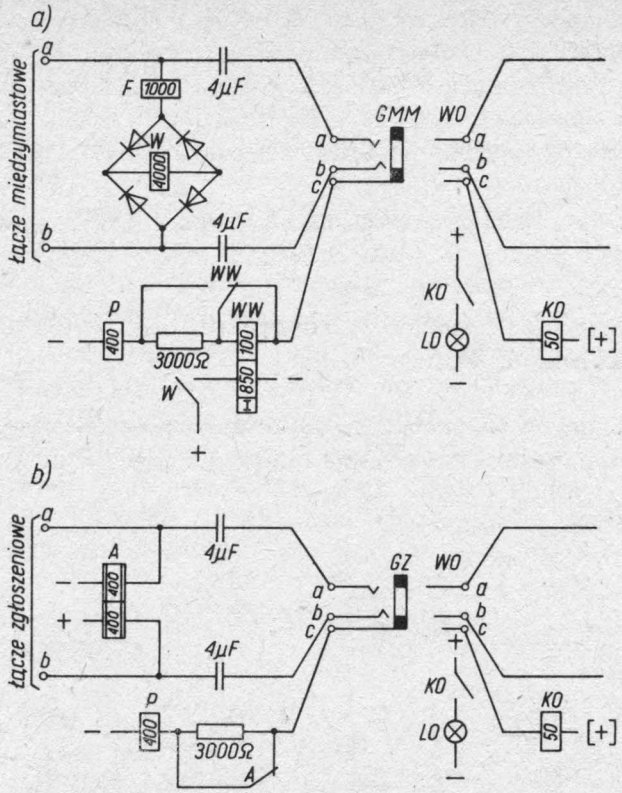
Rys. 10.11. Wyłączanie tłumików w zespołach liniowych łączy międzymiastowych łącznicy międzymiastowej U-57

Dzięki skrzyżowaniu przewodów rozmównych *a* i *b* zamykają się w obydwu zespołach obwody przekaźników *K*, które uruchamiają przekaźniki pomocnicze *PT*. Przekaźniki *PT* przerywają gałęzie poprzeczne tłumików i zwierają ich gałęzie wzdłużne.

10.5.5. Sygnalizacja końca rozmowy

Do sygnalizowania końca rozmowy wykorzystuje się przewód *c* zespołu liniowego i zespołu połączeniowego (rys. 10.12). Sygnał rozłączenia, odebrany przez zespół liniowy, powoduje zmniejszenie rezystancji przewodu *c* w tym zespole, co powoduje zadziałanie niskoomowego przekaźnika *KO* zespołu połączeniowego.

W przypadku zespołu *OMM* i zespołu *OAB* systemu *MB* sygnał rozłączeniowy jest odbierany przez układ, który odbiera również sygnały wywoławcze. Po zadziałaniu



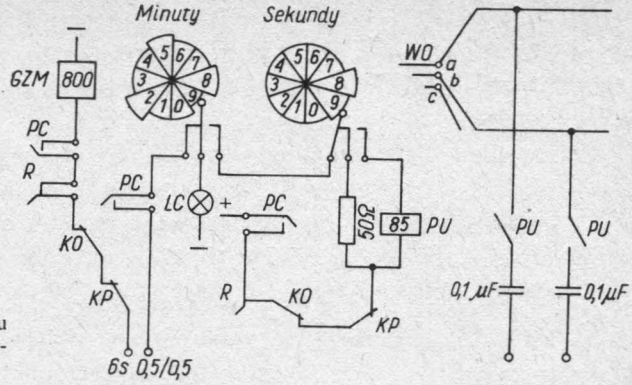
Rys. 10.12. Sygnalizacja końca rozmowy: *a*) zespół *OMM*; *b*) zespół *OZ*

przekaźników *W* i *WW* zostaje zwarty rezystor 3000 Ω, wskutek czego w zespole połączeniowym zostaje wzbudzony przekaźnik *KO* (*KP*), który zamyka obwód lampki *LO* (*LP*).

W przypadku zespołu *OZ* podobny skutek wywołuje odłożenie mikrotelefonu *AbA* i zwolnienie przekaźnika *A*.

10.5.6. Układ miernika czasu trwania rozmowy

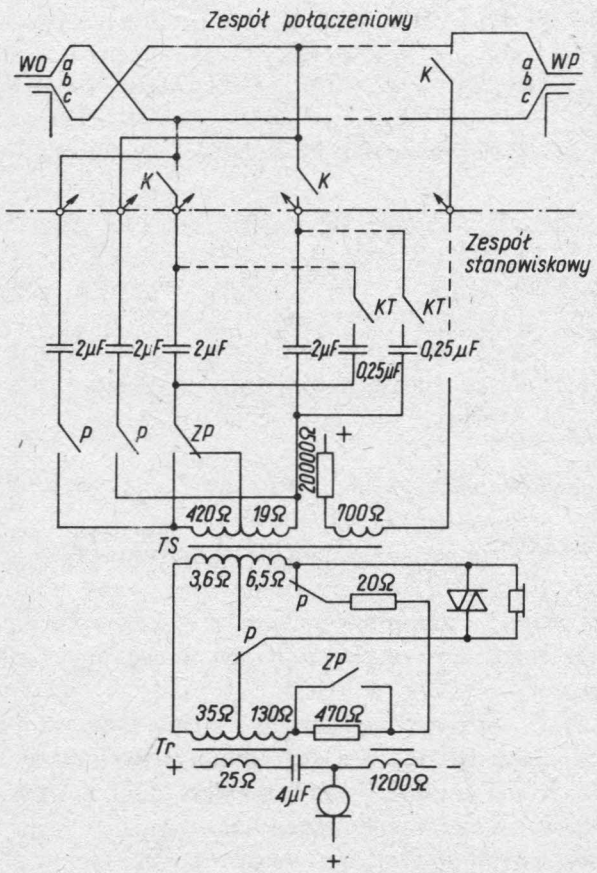
Zespół połączeniowy łącznicy międzymiastowej typu U-57 jest wyposażony w miernik czasu trwania rozmowy włączony, za pomocą przełącznika *PC* w chwili rozpoczęcia rozmowy przez abonentów (rys. 10.13). Od tej chwili elektromagnes *GZM* jest wzbudzany co 6 s za pomocą impulsów. Po wykonaniu przez kółko cyfrowe „*Sek*" (sekundy) 10 kroków drugie kółko „*Min*" (minuty) wykonuje 1 krok. Gdy kółko „*Min*" znajdzie się w położeniu *2*, *5* lub *8*, a kółko „*Sek*" w położeniu *8*, przyciąga kotwicę przekaźnik *PU* i przyłącza sygnał uprzedzenia do obwodu rozmównego, informujący abonentów o upływie pierwszego lub kolejnego 3-minutowego okresu czasu.



Rys. 10.13. Układ miernika czasu trwania rozmowy łącznicy międzymiastowej U-57

Przechylenie przez telefonistkę przełącznika *R* lub nadejście sygnału rozłączenia przerywa obwód elektromagnesu *GZM*.

10.5.7. Układ rozmówny telefonistki



Rys. 10.14. Układ rozmówny telefonistki w łącznicy międzymiastowej U-57

Mikrofon układu rozmównego (rys. 10.14) jest zasilany podobnie jak mikrofon aparatu telefonicznego *MB*, z tym, że zastosowano tzw. równoległy sposób zasilania, odznaczający się brakiem składowej stałej w uzwojeniu pierwotnym transformatora telefonicznego.

Słuchawka jest chroniona od skutków przepięć za pomocą tłumika trzasków.

Przekaźnik *ZP*, czynny w czasie dokonywania kontroli połączenia przez telefonistkę, zmienia przekładnię transformatora tak, że układ odzewowy telefonistki, widziany od strony zespołu połączeniowego, charakteryzuje się dużą impedancją.

Uzwojenie transformatora *TS* o rezystancji 700 Ω oraz rezystor 20 000 Ω tworzą układ próby „na stuk".

10.6. Łącznica międzymiastowa bezsznurowa typu W-58

10.6.1. Charakterystyka ogólna

Jako przykład łącznicy międzymiastowej bezsznurowej rozpatrzono **łącznicę bezsznurową typu W-58** produkcji polskiej. W łącznice tego typu zostały wyposażone trzy spośród central międzymiastowych węzłowych, między innymi centrala międzymiastowa w Warszawie.

Łącznica typu W-58 jest przystosowana do współpracy z centralami miejscowymi automatycznymi systemu 32AA i 32AB.

Połączenia z abonentami miejscowymi uzyskuje się w niej za pomocą łączy pośredniczących, dołączonych do stanowisk przez wybieraki obrotowe. Połączenia z łączami międzymiastowymi realizują dwa automaty międzymiastowe, z których jeden jest przeznaczony do łączy półautomatycznych, a drugi — do łączy ręcznych.

Zarówno połączenia końcowe, jak i połączenia tranzytowe są zestawiane zawsze dwutorowo.

Wybieranie abonentów miejscowych, jak też łączy lub kierunków międzymiastowych, odbywa się za pomocą klawiatury.

Podstawowym elementem komutacyjnym w rozpatrywanej łącznicy jest wybierak silnikowy, który umożliwia zestawianie połączeń wieloprzewodowych przy dużej pojemności pola. Jako pozostałe elementy komutacyjne użyte są wybieraki podnosząco-obrotowe, wybieraki obrotowe, przekaźniki typu B1 i B2 oraz szybkodziałające przekaźniki miniaturowe.

Łącznica typu W-58 jest przystosowana do zasilania z baterii o napięciu 50 V. Wymaga ona ponadto baterii licznikowej o takim samym napięciu, lecz z uziemionym biegunem ujemnym, źródeł prądów sygnalizacyjnych, impulsatorów o różnych rytmach oraz napięcia sieciowego zredukowanego do 12 V.

Stanowiska łącznicy typu W-58 wykonane są w postaci stołów płaskich z lekko nachylonymi blatami.

10.6.2. Schemat ogólny i przebiegi połączeń

Schemat ogólny połączeń łącznicy międzymiastowej typu W-58 przedstawiono na rys. 10.15. Łącznica W-58 jest wyposażona w stanowiska:

a) ruchu wychodzącego *RW*,

b) ruchu wychodzącego, mogące pracować również jako stanowiska ruchu z oczekiwaniem *RW/O*,

c) ruchu wychodzącego specjalne, wykorzystywane głównie jako stanowiska ruchu odroczonego przy ruchu szybkim *RWS*,

d) ruchu przychodzącego *RP*.

Łącza międzymiastowe, przeznaczone do pracy systemem ruchu szybkiego półautomatycznego, podzielone są na łącza przychodzące i wychodzące. Łącza przychodzące włączone są przez translacje akustyczne przyjściowe *TAP* do wybieraków *WGW* ewentualnie *WGZ* **automatu międzymiastowego** *AMA*, przeznaczonego dla łączy pracujących w sieci półautomatycznej. Łącza wychodzące są włączone przez translacje akustyczne wyjściowe *TAW* do pól stykowych wybieraków wszystkich stopni tego samego automatu.

Łącza międzymiastowe, przeznaczone do pracy systemem ruchu szybkiego ręcznego, podzielone są na łącza wychodzące, przychodzące i dwukierunkowe. Łącza wychodzące przyłączone są przez translacje *OMM* do pola stykowego wybieraków *WGL* **automatu międzymiastowego** *AMR*, przeznaczonego dla łączy pracujących ruchem ręcznym. Łącza przychodzące są przyłączone przez translacje *OMM* i wybieraki *WRP* do stanowisk *RP*. Natomiast łącza dwukierunkowe przyłączone są przez translacje *OMM*, jak to wynika z ich przeznaczenia, zarówno do stanowisk *RP*, jak i do pól stykowych wybieraków *WGL*.

Łącza międzymiastowe, przeznaczone do pracy systemem ruchu z oczekiwaniem, są przyłączone przez translacje *OMM* i przełącznicę gniazdkową *PGRO* na stałe do określonych stanowisk *RW/O*. Ponadto łącza te, dla umożliwienia użycia ich przez telefonistki innych stanowisk do rozmów tranzytowych, doprowadzone są do pól stykowych wybieraków *WLX* automatu *AMR*.

Łącza z central automatycznych miejscowych, znajdujących się na terenie strefy numeracyjnej, przeznaczone między innymi do zamawiania połączeń międzymiastowych, doprowadzone są do *WGIIIsp*, a stąd — przez translacje *OZM* lub *OZI* i związane z nimi wybieraki obrotowe — do stanowisk *RW* i *RW/O* lub stanowisk *I*. Zespół oznaczony symbolem *POM*, zapewnia w przypadku kilku jednoczesnych wywołań realizację tych wywołań w kolejności nadejścia.

Łącza do abonentów bezpośrednich i rozmównic dołączone są — przez zespoły liniowe *L/K* — do pól stykowych wybieraków *WLXAR* oraz — przez szukacze *SAR* i związane z nimi translacje *OZS* wyposażone w wybieraki obrotowe — do stanowisk *RWS*. Zespół *POS* spełnia w stosunku do tych łączy taką samą rolę, jak zespół *POM* dla łączy zgłoszeniowych.

Przełącznik *N*, uruchamiany w okresie bardzo słabego ruchu (np. w nocy), umożliwia skoncentrowanie wszystkich wywołań miejscowych na stanowisku *RWS*.

Łącza pośredniczące do abonentów central miejscowych automatycznych znajdu-

jących się na terenie strefy numeracyjnej dołączone są do pól stykowych wybieraków grupowych pierwszych, związanych z translacjami *OP*, a stąd — przez wybieraki *WOP* — do wszystkich stanowisk.

Wybieraki wstępne *WW* umożliwiają telefonistkom łączenie się z obydwoma automatami międzymiastowymi.

Wybieraki mieszające *WM* umożliwiają telefonistkom stanowisk *RP* przełączanie „trudnych" wywołań na stanowiska *RWS*.

Szukacze *SORP* umożliwiają telefonistkom stanowisk *RP* realizowanie w okresie bardzo słabego ruchu wywołań przychodzących przez te łącza, obsługiwane w godzinach silnego ruchu systemu ruchu z oczekiwaniem, które zostały na okres słabego ruchu odłączone od stanowisk *RW/O*.

Wreszcie szukacze *SZ* umożliwiają telefonistkom stanowisk *RWS* zestawianie odroczonych połączeń tranzytowych.

Po tym krótkim zapoznaniu się ze schematem ogólnym połączeń łącznicy typu W-58 zostaną opisane przebiegi zasadnicze, zachodzące podczas zestawiania najbardziej typowych połączeń.

Wywołanie nadchodzące od abonenta miejscowego powoduje zaświecenie się lampek wywoławczych na stanowiskach *RW* lub *RWS*. Jedna z wolnych telefonistek, obsługujących te stanowiska zgłasza się przez przechylenie przełącznika *Z* w wolnym zespole połączeniowym. Powoduje to start wybieraka *OZM* lub *OZS* tego łącza zgłoszeniowego, po którym przyszło wywołanie. Uruchomiony wybierak po znalezieniu zgłaszającej się telefonistki zatrzymuje się i przedłuża do niej łącze abonenta.

Telefonistka po przyjęciu zamówienia albo dołącza się przełącznikiem *AMA/AMR* przez wybierak *WW* do automatu *AMA* lub *AMR* i wybiera klawiaturą żądany kierunek międzymiastowy, a w przypadku połączenia się przez *AMA* również numer abonenta żądanego, albo też — w przypadku, gdy połączenie żądane jest w kierunku obsługiwanym systemem ruchu z oczekiwaniem — przesyła np. pocztą pneumatyczną kartkę zamówieniową na odpowiednie stanowisko *RW/O*.

Połączenia przychodzące przez łącza międzymiastowe z kierunków obsługiwanych ruchem szybkim półautomatycznym są zestawiane zasadniczo bez udziału telefonistek rozpatrywanej centrali. Mianowicie w przypadku połączenia przychodzącego końcowego telefonistka odległej centrali międzymiastowej — po wybraniu odpowiedniego numeru — dostaje się poprzez wybieraki *WGW* i *WGZ* automatu *AMA*, a następnie przez translację *TOP* do wybieraka *WGIMM*, po czym — wybierając zdalnie numer abonenta żądanego — uzyskuje z nim połączenie przez właściwą centralę miejscową automatyczną. W przypadku połączenia tranzytowego telefonistka odległej centrali międzymiastowej, po wybraniu odpowiedniego numeru, łączy się przez organy *AMA* z żądanym kierunkiem międzymiastowym. Jedynie w wypadku rozmowy międzymiastowej tranzytowej w kierunku obsługiwanym ręcznie telefonistka odległej centrali międzymiastowej musi przez wybranie odpowiedniego numeru połączyć się przez przystawkę *PRP* i wybierak *WRP*, z jednym ze stanowisk *RP*. W takim przypadku po zaświeceniu się lampek wywoławczych na stanowiskach *RP* jedna z obsługujących telefonistek zgłasza się, przechylając przełącznik *P*. Powoduje to wprawienie w ruch wybieraka *WRP*, który odnajduje zgłaszającą się telefonistkę i przyłącza do niej

„wywołujące" łącze międzymiastowe. Jeżeli w danej chwili są wolne łącza w kierunku żądanym, to telefonistka stanowiska *RP* zestawia żądane połączenie tranzytowe w podobny sposób jak opisane poprzednio połączenie wychodzące, zestawiane przez telefonistkę stanowiska *RW*. Jeżeli jednak z braku wolnych łączy nie jest możliwe natychmiastowe zestawienie połączenia żądanego, to telefonistka stanowiska *RP* przełącza wywołanie, które nadeszło, na stanowisko *RWS* przez naciśnięcie odpowiedniego przełącznika w swoim wyposażeniu stanowiskowym *T*. Powoduje to zaświecenie się odpowiednich lampek na stanowiskach *RWS*. Telefonistka stanowiska *RWS* przejmuje to wywołanie przez przechylenie przełącznika *P*, którym wprawia w ruch wybierak mieszający *WM*. Wybierak ten, po odnalezieniu zgłaszającej się telefonistki, przedłuża do niej wywołujące łącze międzymiastowe.

Wywołania przychodzące z kierunków obsługiwanych ruchem szybkim przyjmowane są przez telefonistki stanowisk *RP* w taki sam sposób, jak opisane przyjęcie wywołania, które nadeszło z *AMA*.

Przełączniki *R* umożliwiają telefonistkom dołączenie do swoich zespołów stanowiskowych *T* jednego z rejestrów *R* na czas wybierania numeru miejscowego lub międzymiastowego za pomocą klawiatury. Rejestry te wysyłają serie impulsów odpowiadające wybranemu za pomocą klawiatury numerowi. Niezależnie od tego, za pośrednictwem rejestrów, przez wybranie numeru kierunku międzymiastowego i wysłanie odpowiedniego sygnału, telefonistki mogą otrzymywać optyczną informację, orientującą je o systemie ruchu, jakim jest ten kierunek obsługiwany.

11. Urządzenia do automatyzacji ruchu międzymiastowego systemem miasto-miasto i ruchu międzynarodowego systemem stolica-stolica

11.1. Wiadomości ogólne o systemach miasto-miasto i stolica-stolica

Automatyzacja ruchu międzymiastowego, w swoim najprostszym rozwiązaniu, przyjęła postać tzw. **systemu miasto-miasto**, który polega na bezpośrednim łączeniu różnych stref numeracyjnych wiązkami łączy międzymiastowych, z reguły dwutorowych, wzmacnianych lub niewzmacnianych, wyposażonych w translacje akustyczne.

Żądany kierunek międzymiastowy (strefa numeracyjna) jest określany przez abonenta wywołującego, który nadaje jawny **wskaźnik międzymiastowy** za pomocą tarczy numerowej. Serie impulsów wybierczych zostają wykorzystane do wysterowania wybieraków grupowych, tworzących wielostopniowy układ komutacyjny rozdzielczy, zapewniający dostęp do różnych stref numeracyjnych.

Wymiana sygnałów współpracy i nadawanie sygnałów wybierczych do organów komutacyjnych żądanej strefy numeracyjnej odbywa się poprzez łącza międzymiastowe za pomocą kodu jednoczęstotliwościowego, tzw. impulsowego prądem przemiennym o częstotliwości 2280 Hz. Organy komutacyjne w żądanej strefie numeracyjnej są sterowane zdalnie i bezpośrednio przez abonenta wywołującego.

Taryfikacja rozmów międzymiastowych w tym systemie odbywa się na licznikach abonenckich, służących również do taryfikacji rozmów miejscowych. Nie wyodrębnia się więc opłaty za rozmowy międzymiastowe z ogólnej sumy opłat. Taryfę, odpowiednią dla danego połączenia, ustalają urządzenia systemu na podstawie numeru kierunkowego lub wskaźnika międzymiastowego, przy czym impulsy licznikowe są wysyłane do licznika abonenckiego z zespołu liniowego wyjściowego centrali wywołującej. Częstość wysyłania impulsów zależy od odległości między strefami numeracyjnymi.

System *miasto-miasto* umożliwia przede wszystkim dokonywanie połączeń międzymiastowych końcowych między abonentami różnych, odległych stref numeracyjnych. W ramach systemu nie przewiduje się w zasadzie połączeń tranzytowych zestawianych automatycznie, gdyż organy komutacyjne central miejscowych nie są przystosowane do komutacji dwutorowej, co jest nieodzowne dla połączeń międzymiastowych.

Odmianę systemu *miasto-miasto* stanowi **system stolica-stolica** zapewniający współpracę automatyczną sieci miejscowych miast różnych krajów. System ten działa

analogicznie do systemu miasto-miasto, przy czym mogą występować dwie jego wersje:

— system *stolica-stolica* z sygnalizację rozwiązaną podobnie jak w systemie *miasto-miasto*

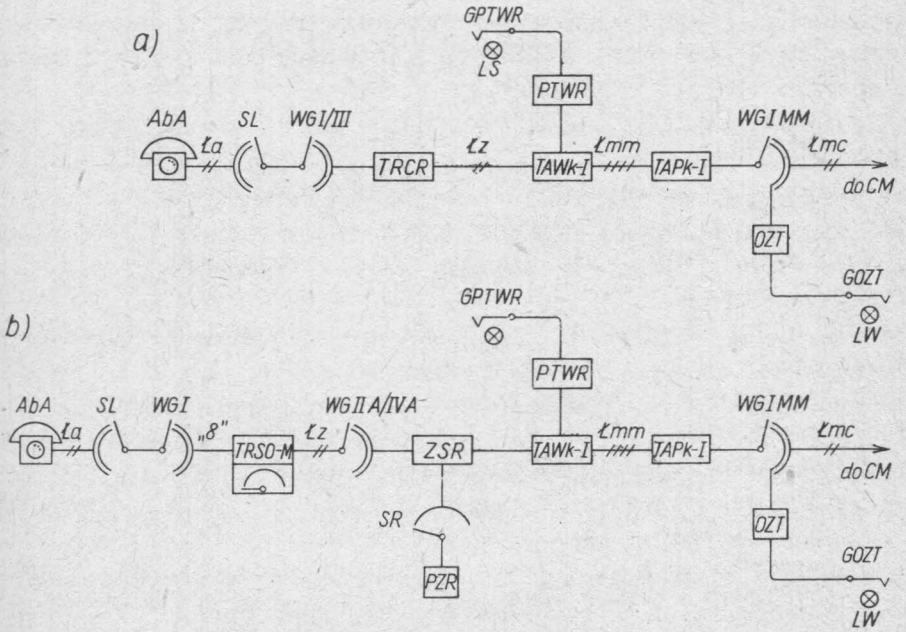
— system *stolica-stolica* z sygnalizacją właściwą dla wymogów nowoczesnego ruchu międzynarodowego automatycznego wykorzystujący rejestry central międzynarodowych; system ten rozpowszechnia się coraz bardziej.

11.2. Schematy ogólne urządzeń miasto-miasto i stolica-stolica

W zależności od zastosowanego sposobu zaliczania automatycznych połączeń międzymiastowych i międzynarodowych rozróżnia się dwie odmiany obu systemów:

— z określeniem taryfy przez urządzenia komutacyjne lub urządzenie rozróżniające stanowiące część wyposażenia wyjściowego zespołu liniowego łącza zgłoszeniowego znajdującego się w centrali miejscowej (rys. 11.1);

— z określeniem taryfy przez urządzenia komutacyjne lub sterujące znajdujące się poza centralą miejscową; sygnały zaliczające są wówczas przekazywane do centrali miejscowej po przewodach rozmównych łącza zgłoszeniowego



Rys. 11.1. Schemat ogólny systemu „miasto—miasto" z określeniem taryfy w centrali miejscowej: *a*) układ dla jednego kierunku — bez prefiksu „miasto—miasto"; *b*) układ dla dużej liczby kierunków

CM — centrala miejscowa, *OZT* — zespół liniowy łącza zgłoszeniowego tranzytowego, *PTWR* — przystawka translacji wyjściowej z regeneratorem, *GOZT* — gniazdko łącza zgłoszeniowego tranzytowego, *GPTWR* — gniazdko przystawki *PTWR*, *PZR* — przekaźnikowy zespół rozróżniający, *SR* — szukacz rejestru, *TAPK-I* — translacja akustyczna przyjściowa końcowa, *TAWK-I* — translacja akustyczna wyjściowa końcowa, *TRCR* — translacja prądu stałego z zaliczaniem czasowym, regeneratorowa, *TRSO-M* — translacja prądu stałego z zaliczaniem czasowym, *ZSR* — zespół liniowy *PZR*

W zależności od liczby kierunków i sposobu zaliczania rozmów międzymiastowych stosuje się rozwiązanie prostsze (rys. 11.1*a*) lub bardziej złożone (rys. 11.1*b*).

W pierwszym przypadku do określonego poziomu stopnia *WGI*, *WGII* lub *WGIII* centrali miejscowej są dołączone łącza zgłoszeniowe, wyposażone w zespoły translacji *TRCR* i połączone z translacjami *TAWk-I*. Translacja *TAWk-I* stanowi wyposażenie liniowe łącza międzymiastowego dwutorowego, zakończonego we współpracującej centrali miejscowej zespołem *WGIMM*. Wyposażenie liniowe łącza międzymiastowego stanowi translacja *TAPk-I*.

Wyboru kierunku międzymiastowego dokonuje *AbA*, wybierając jedno-, dwu- lub trzycyfrowy numer kierunkowy żądanej strefy numeracyjnej. Łącze abonenckie zostaje przedłużone do translacji *TRCR*, która:

— zasila mikrofon *AbA*;
— wysyła i odbiera sygnały liniowe do translacji *TAWk-I*;
— odbiera od *AbA* i przekazuje do translacji *TAWk-I* sygnały wybiercze dziesiętne; impulsy wybiercze nadawane do translacji *TAWk-I* mają częstotliwość i współczynnik impulsowania utrzymane w wąskim przedziale tolerancji dzięki regeneratorowi;
— nadaje do licznika abonenckiego impulsy zaliczające periodycznie o częstotliwości ustalonej, jednakowej dla wszystkich połączeń międzymiastowych, zestawianych przy użyciu tej translacji.

Opisane rozwiązanie charakteryzuje się zastosowaniem jednej ustalonej taryfy dla rozmów międzymiastowych uzyskiwanych w ramach danej odmiany systemu *miasto-miasto*.

Translacja *TAWk-I* współpracuje z translacją *TAPk-I* wymieniając z nią sygnały liniowe i nadając sygnały wybiercze. Sygnały te są nadawane pod postacią impulsów prądu przemiennego o częstotliwości 2280 Hz; sygnały współdziałania różnią się między sobą czasem trwania impulsów, a sygnały wybiercze mają częstotliwość i współczynnik impulsowania odpowiadający sygnałom nadawanym przez translację *TRCR*.

Odebrane przez translację *TAPk-I* sygnały służą do wysterowania organów komutacyjnych centrali miejscowej: *WGIMM* i dalszych.

Po zgłoszeniu się *AbB* odpowiedni sygnał liniowy zostaje przekazany z translacji *TAPk-I* do translacji *TAWk-I*, a przez tę ostatnią do *TRCR*. Translacja *TRCR* nadaje do licznika abonenckiego impulsy licznikowe periodyczne.

Rozłączenie zestawionej drogi połączeniowej następuje po odłożeniu mikrotelefonu przez *AbA*.

W przypadku gdy liczba kierunków zewnętrznych jest duża i taryfikacja połączeń jest zróżnicowana, stosuje się rozwiązanie z prefiksem miasto-miasto (rys. 11.1*b*).

Łącza zgłoszeniowe są w centrali miejscowej wyposażone w zespoły translacji *TRSO-M*. Translacja *TRSO-M* jest wyposażona w układ rejestrująco-analizujący, który wyznacza odpowiednią taryfę na podstawie pierwszych cyfr wskaźnika międzymiastowego.

Wybieraki grupowe *WGIIA*, *WGIIIA* i *WGIVA* tworzą układ komutacyjny syste-

mu *miasto-miasto* i *stolica-stolica*; układ ten znajduje się w centrali międzymiastowej strefy numeracyjnej.

Łącza międzymiastowe są wyposażone w translacje akustyczne *TAWk-I* i *TAPk-I*. Dodatkowo każde łącze jest wyposażone w zespół liniowy *ZSR*, którego rola polega na dołączaniu do łącza międzymiastowego zespołu rozróżniającego *PZR*.

Przekaźnikowy zespół rozróżniający *PZR* przyjmuje od *AbA* serie impulsów wybierczych, magazynuje je i przekazuje na łącze międzymiastowe, z zachowaniem odpowiedniej przerwy międzyseryjnej, za pośrednictwem translacji *TAWk-I*. Nadawane przez *PZR* impulsy odznaczają się wąskim przedziałem tolerancji częstotliwości i współczynnika impulsowania.

Zaliczanie połączeń międzymiastowych rozpoczyna się w chwili zgłoszenia się *AbB*. Źródłem impulsów zaliczających jest translacja *TRSO-M*.

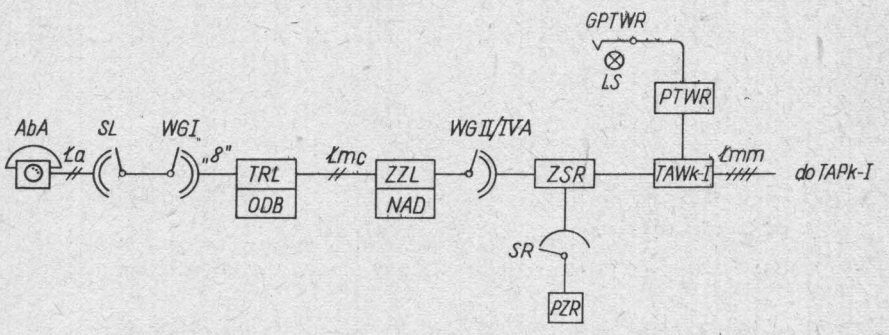
W zależności od wielkości wiązek łączy międzymiastowych dany kierunek może być eksploatowany:

— automatycznie, gdy wiązka jest wystarczająco duża

— półautomatycznie w godzinach dużego ruchu i automatycznie w godzinach słabego ruchu, gdy wiązka jest za mała dla ruchu automatycznego, np. dla zapewnienia ruchu automatycznego w ciągu całej doby.

Aby umożliwić eksploatację urządzeń systemu *miasto-miasto* ruchem półautomatycznym uzupełnia się je przystawkami *PTWR* i obwodami zgłoszeniowymi tranzytowymi *OZT*.

Druga odmiana systemu *miasto-miasto* charakteryzuje się tym, że taryfa opłat za połączenie międzymiastowe jest określana przez *PZR*, a impulsy zaliczające nadawane w zespołach *ZRS*, zamienione na impulsy prądu przemiennego małej częstotliwości pasma podakustycznego są przekazywane przez łącze zgłoszeniowe do zespołu liniowego wyjściowego centrali miejscowej wyściowej (rys. 11.2).



Rys. 11.2. Schemat ogólny systemu „miasto—miasto" z określeniem taryfy w obrębie układu komutacyjnego (nie pokazano wyposażenia systemu znajdującego się we współpracującej strefie numeracyjnej)

NAD — nadajnik sygnałów taryfikacyjnych, *ODB* — odbiornik sygnałów taryfikacyjnych, *TRL* — translacja prądu stałego przystosowana do odbioru sygnałów taryfikacyjnych nadawanych po przewodach łącza międzycentralowego, *ZZL* — zespół liniowy przyjściowy łącza zgłoszeniowego

Po rozróżnieniu kierunku międzymiastowego, co następuje po wysterowaniu układu komutacyjnego *WGIIA — WGIII/IVA*, zostaje wyznaczona taryfa. Impulsy liczni-

kowe nadawane są w zespołach *ZRS* (po przewodzie *p*) do nadajnika *NAD* skojarzonego z zespołem liniowym przyjściowym *ZZL*. Nadajnik ten zamienia odebrane impulsy prądu stałego na krótkotrwałe impulsy prądu przemiennego o częstotliwości ~ 30 Hz i odpowiednio ukształtowanej obwiedni. Impulsy te są przekazywane w czasie rozmowy po przewodach łącza zgłoszeniowego do odbiornika *ODB* stanowiącego część wyposażenia translacji *TRL*. Odebrane impulsy prądu przemiennego są zamieniane w odbiorniku na impulsy prądu stałego nadawane po przewodzie *p* do licznika abonenckiego.

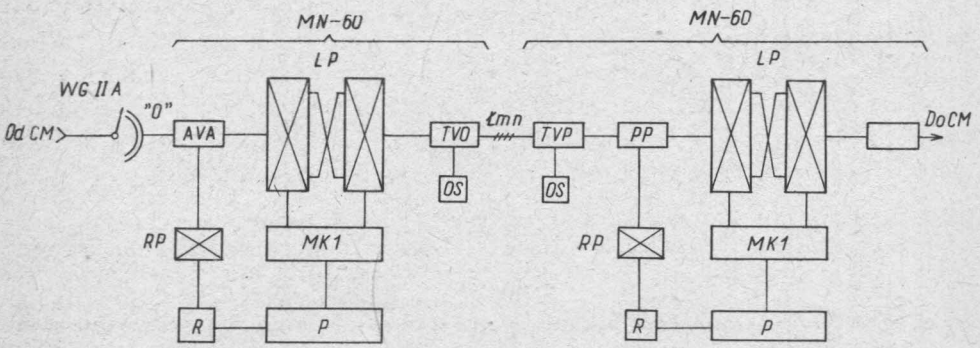
Czas trwania impulsu zaliczającego prądu przemiennego wynosi ~ 200 ms, co umożliwia rejestrację przez licznik abonencki około trzech impulsów w ciągu sekundy — możliwa jest dzięki temu taryfikacja wszystkich połączeń międzymiastowych i międzynarodowych zestawianych obecnie w sposób automatyczny.

Częstotliwość prądu przemiennego impulsów taryfikacyjnych została celowo umieszczona w pasmie podakustycznym, aby sygnały te nie zakłócały rozmowy. Zapobiegają temu transformatory zespołów liniowych (*TRL* i *ZZL*), rozdzielające galwanicznie strony wejściowe i wyjściowe tych zespołów.

System *stolica-stolica* w swojej pierwotnej postaci był bardzo zbliżony do systemu *miasto-miasto:*

— rozróżnienia kierunku i wyznaczenia taryfy dokonywała translacja *TRSO-M*;
— łącza międzynarodowe, łączące sieci miejscowe stolic krajów, były dołączone do pola *WGIVA* układu komutacyjnego;
— wyposażenie łącza międzynarodowego składało się z zespołu liniowego *ZRS*, translacji akustycznej wyjściowej i przyjściowej; łącze było zakończone zespołem wybieraka grupowego przyjściowego międzymiastowego w strefie numeracyjnej stolicy współpracującego kraju;
— sygnały liniowe przesyłane przez łącza międzynarodowe miały postać kodu impulsowego, a sygnały wybiercze — dekadowego.

Przedstawiona wersja systemu *stolica-stolica* może być stosowana również w przypadku nadawania sygnałów zaliczających z układu komutacyjnego *stolica-stolica*.



Rys. 11.3. Schemat ogólny systemu „stolica—stolica"

AVA — zespół liniowy adaptacyjny łącza zgłoszeniowego, *LP* — stopień wybierczy łącznicy międzynarodowej MN-60, *MK1* — cechownik bloku stopnia wybierczego, *OS* — odbiornik sygnałów, *P* — przelicznik, *PP* — zespół liniowy rejestru, *R* — rejestr, *RP* — stopień rejestrowy, *TVO* — translacja akustyczna wyjściowa, *TVP* — translacja akustyczna przyjściowa

Stosowaną obecnie wersję systemu *stolica-stolica* przedstawiono na rys. 11.3. Cyfry prefiksu międzynarodowego „80" służą do wysterowania wybieraka *WGI* centrali miejscowej wyjściowej i wybieraka *WGIIA* układu komutacyjnego *stolica-stolica*. Do poziomu dziesiątego wybieraka *WGIIA* są włączone łącza zakończone na wejściach bloku komutacyjnego *LP* centrali międzynarodowej MN-60 (patrz rodz. 17), wyposażone w zespoły liniowe *AVA*. Zespoły *AVA* zapewniają dostęp do rejestrów *R* centrali MN-60 przez stopień rejestrowy *RP* oraz nadają sygnały taryfikacyjne w kierunku zespołu liniowego łącza zgłoszeniowego.

Po dołączeniu zespołu *AVA* do rejestru *R* abonent wywołujący nadaje dwucyfrowy wskaźnik kraju abonenta żądanego, po którym otrzymuje sygnał zgłoszenia i nadaje numer *AbB*, złożony ze wskaźnika międzymiastowego i numeru wewnątrzstrefowego.

Po zarejestrowaniu przez rejestr numeru *AbB* zostaje przywołany przelicznik *P*, który odbiera od rejestru wskaźnik międzynarodowy. Na podstawie tego wskaźnika zostaje określony kierunek i cechownik *MK1* zestawia połączenie w obrębie bloku *LP*, a następnie zostaje włączone do pracy łącze międzynarodowe wyposażone w translację *TVO*. Rejestr *R* przekazuje przez blok *LP* i translację *TVO* sygnał „wzięcia do pracy w połączeniu końcowym".

W centrali międzynarodowej współpracującej, np. MN-60, zostaje włączona do pracy translacja *TVP* i przywołany rejestr *R*. Odbywa się wówczas wymiana sygnałów wybierczych pomiędzy rejestrami w sposób właściwy dla systemu central międzynarodowych. W przypadku systemu *stolica-stolica* sygnały te, jak również sygnały współdziałania, są nadawane za pomocą kodu CCITT Nr 4.

11.3. Translacja akustyczna wyjściowa końcowa TAWk-I i przyjściowa końcowa TAPk-I

Translacja TAWk-I (rys. 11.4) stanowi wyposażenie liniowe strony wyjściowej łącza międzymiastowego przeznaczonego do zestawiania połączeń wychodzących w ruchu międzymiastowym końcowym lub tranzytowym w sposób automatyczny lub półautomatyczny. Translacja jest przystosowana do współpracy z łączem międzymiastowym dwutorowym wzmacnianym, naturalnym lub nośnym, na którym może być stosowana sygnalizacja wewnątrzpasmowa jednoczęstotliwościowa 2280 Hz albo może być wykorzystany kanał sygnalizacji pozapasmowej urządzeń telefonii nośnej.

Strona wejściowa translacji jest jednotorowa; jest ona przystosowana do dołączenia:

— do pola wielokrotnego wybieraków grupowych 32AA lub 32 AB;
— do przystawki PTWR, umożliwiającej współpracę z łącznicą międzymiastową ręczną sznurową typu U-57 lub U-50.

Przejście z układu jednotorowego na dwutorowy jest dokonane za pomocą układu rozgałęźnego-dopasowującego wyposażonego w równoważnik.

W przypadku połączeń tranzytowych, w których biorą udział łącza ręczne niewzmacniane translacja odbiera (za pośrednictwem PTWR) sygnał wyłączenia tłumików.

Odbiornik sygnałów wraz z separatorem (na schemacie rys. 11.4 pokazany symbolicznie) jest wykonany jako oddzielny zespół tranzystorowy.

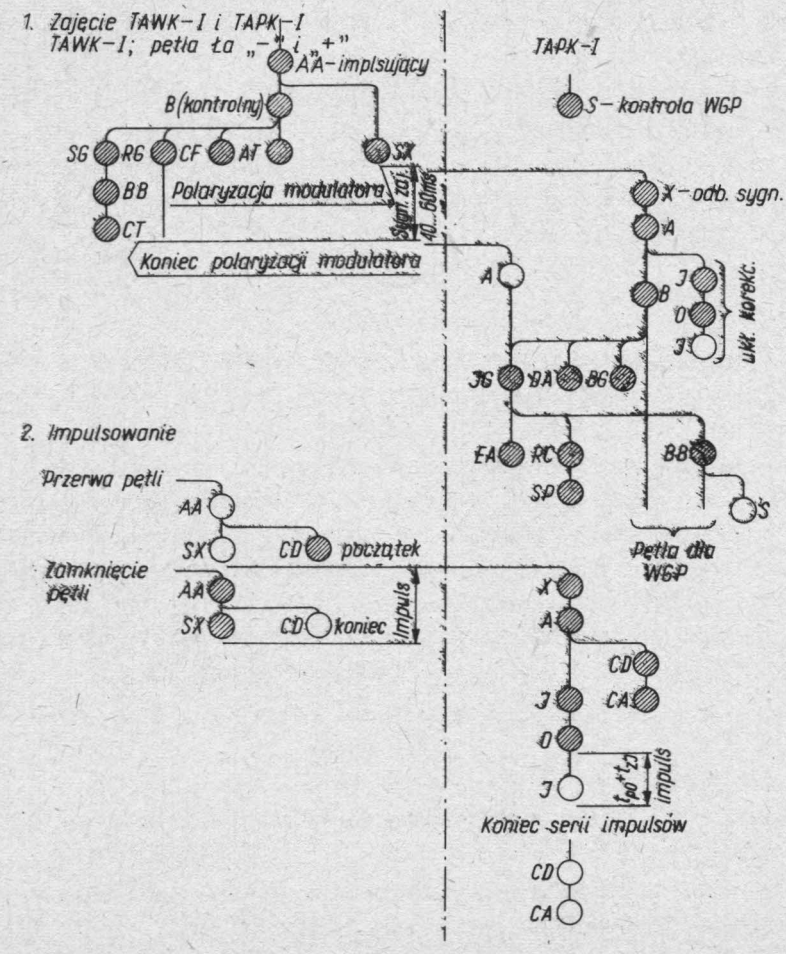
Nadawanie sygnałów w łącze międzymiastowe odbywa się za pomocą tzw. przekaźnika statycznego. Jest to modulator, zbudowany z diod i rezystorów.

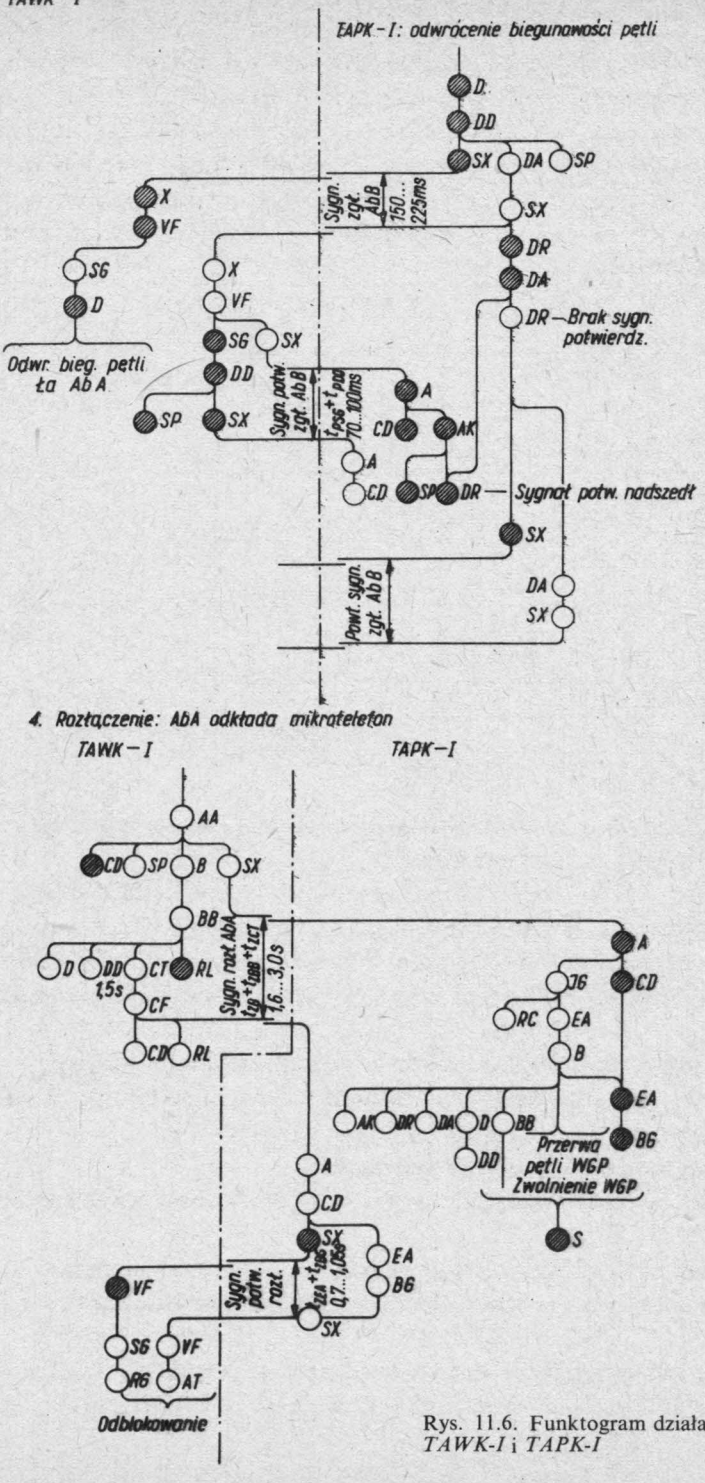
W przypadku zastosowania sygnalizacji pozapasmowej odbiornik sygnałów nie jest potrzebny. Przewody: nadawczy, odbiorczy i blokady grupowej są wtedy doprowadzone do odpowiednich punktów translacji.

Kod sygnałów liniowych, do którego translacja jest przystosowana, podano w tab. 11.1.

Sygnał oferowania jest powtarzany aż do odebrania sygnału potwierdzenia. Również sygnał zgłoszenia się abonenta żądanego jest powtarzany do czasu odebrania sygnału potwierdzenia.

Sygnał rozłączenia wymaga potwierdzenia w postaci sygnału zwolnienia blokady.





Rys. 11.6. Funktogram działania translacji *TAWK-I* i *TAPK-I*

Tabela 11.1

Kod sygnałów liniowych translacji TAWk-I i TAPk-I

Nazwa sygnału	Kierunek nadawania TAWk-I, TAPk-I	Czas trwania sygnału ms	Czas rozpoznania sygnału ms	Uwagi
Wzięcie łącza do pracy	→	40...60	$30 < t < 110$	
Oferowanie impuls	→	350...525	$300 < t < 570$	
Oferowanie przerwa	→	290	280	
Potwierdzenie oferowania	←	100...150	$t < 60$	
Zgłoszenie się *AbB* impuls	←	150...225	$t < 110$	
Zgłoszenie się *AbB* przerwa	←	165		
Potwierdzenie zgłoszenia się *AbB*	→	70...100	$30 < t < 300$	
Wyłączenie się *AbB*	←	150...225	$t < 110$	
Rozłączenie	→	1600...3000	$t < 1300$	Następne sygnały nadawane cyklicznie
Zwolnienie blokady	←	700...1050	$t < 5^{\prime\prime}0$	
Blokada	←	ciągły		

Jeżeli taki sygnał nie nadejdzie, to sygnał rozłączenia jest powtarzany co 30 s, aż do otrzymania sygnału zwolnienia blokady.

Translacja *TAPk-I* (rys. 11.5) stanowi wyposażenie liniowe strony przyjściowej łącza międzymiastowego przeznaczonego do zestawiania połączeń przychodzących w ruchu międzymiastowym końcowym lub tranzytowym w sposób automatyczny lub półautomatyczny, którego strona wejściowa jest wyposażona w translację wyjściową *TAWk-I*.

Strona wejściowa translacji jest dwutorowa, a strona wyjściowa — jednotorowa i jest przystosowana do dołączenia do wybieraka grupowego przyjściowego, przez który jest zapewniony dostęp do:

— sieci miejscowej danej strefy numeracyjnej,
— stanowisk łącznicy międzymiastowej ręcznej przez obwody zgłoszeniowe tranzytowe *OZT*.

Przejście z układu dwutorowego na jednotorowy jest, analogicznie jak w translacji *TAWk-I*, dokonane za pomocą układu rozgałęźno-dopasowującego z równoważnikiem.

W przypadku połączeń tranzytowych przy współpracy z łączem ręcznym niewzmacnianym translacja odbiera (za pośrednictwem *OZT*) sygnał wyłączenia tłumików.

Translacja jest wyposażona w tranzystorowy odbiornik sygnałów z separatorem (na schemacie rys. 11.5 pokazany symbolicznie) oraz modulator diodowy służący do nadawania sygnałów w łącze międzymiastowe.

Impulsy wybiercze dziesiętne, przychodzące z łącza, podlegają korekcji.

Translacja może pracować w systemie sygnalizacji wewnątrzpasmowej i pozapasmowej.

Stosowany kod sygnałów liniowych jest identyczny jak dla translacji *TAWk-1* (tab. 11.1.).

Szczegółowy przebieg działania translacji *TAWk-1* i *TAPk-1* przedstawiono na funktogramie (rys. 11.6).

12. Ruch telefoniczny

12.1. Wiadomości ogólne

Ruchem telefonicznym nazywa się zjawisko przekazywania wiadomości za pomocą sieci telefonicznej.

Do urządzeń ruchu telefonicznego należą np. aparaty abonenckie, z których mogą przychodzić wywołania telefoniczne. Wielkość generowanego ruchu telefonicznego zależy w znacznym stopniu od miejsca zainstalowania aparatu telefonicznego; rozróżnia się więc abonentów mieszkaniowych, urzędowych i centralkowych. Pod określeniem „abonent centralkowy" rozumie się tzw. łącze centralkowe, łączące centralę abonencką z centralą miejską.

Abonenci mieszkaniowi generują na ogół ruch niewielki, abonenci urzędowi — znacznie większy, zaś abonenci centralkowi — największy, ze względu na to, że jedno łącze centralkowe przypada średnio na kilku abonentów wewnętrznych. Podobny ruch jest generowany przez abonentów korzystających z aparatów telefonicznych wrzutowych.

Ruch telefoniczny dla grupy abonentów określa się (w erlangach*) z zależności

$$A = c\ t\ s \tag{12.1}$$

przy czym: A — natężenie ruchu grupy abonentów, c — liczba wywołań (zakończonych jak również niezakończonych rozmową) przypadająca na abonenta w ciągu doby, t — średni czas trwania wywołania w h, s — liczba abonentów w grupie.

Liczba wywołań od grupy abonentów jest zwykle bardzo mała w nocy, większa — po południu, a największa — w dni powszednie przed południem, między godziną 10 a 12 (rys. 12.1).

Jeżeli z okresu czasu równego jednej dobie wyodrębnimy okres czasu równy 60 kolejnym minutom, w ciągu którego ruch telefoniczny wykazuje największe wartości w stosunku do wartości pozostałych, to okres ten nazwiemy **godziną największego ruchu** (GNR). Procentowy stosunek ruchu w czasie GNR do ruchu całkowitego nazywa się **współczynnikiem koncentracji ruchu** (w %)

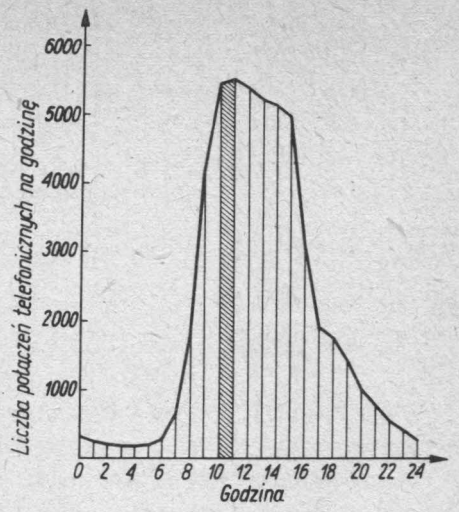
$$K = \frac{A_{GNR}}{A} 100 \tag{12.2}$$

---

* Jednostka erlang nie należy do jednostek układu SI, lecz mimo to spotyka się ją często w telekomunikacji.

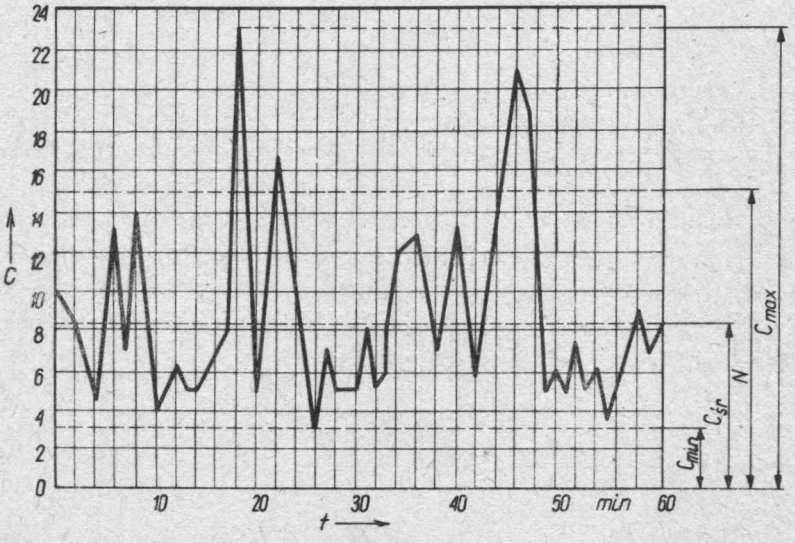
Współczynnik koncentracji wynosi średnio 10...15%.

Jednostką pomiarową natężenia ruchu telefonicznego jest erlang. Erlang jest to jednostka natężenia ruchu telefonicznego równa natężeniu takiego ruchu, w którym istnieje średnio jedno połączenie; średnie natężenie ruchu wynosi 1 erlang, jeżeli w ciągu jednej godziny istnieje 10 połączeń 6-minutowych, albo 20 połączeń 3-minutowych itd. Średnim natężeniem ruchu jest średnia arytmetyczna chwilowych natężeń ruchu, występujących we wszystkich kolejnych chwilach rozpatrywanego okresu czasu (rys. 12.2).



Rys. 12.1. Rozkład natężenia ruchu centrali telefonicznej w ciągu doby

Jak wynika z rys. 12.2 wartości chwilowe natężenia ruchu telefonicznego małej grupy źródeł ruchu wahają się wokół wartości średniego natężenia ruchu. Gdyby do obsłużenia tego ruchu przewidzieć tyle organów komutacyjnych, ile wynika z wartości średniego natężenia ruchu, to duża liczba wywołań nie zostałaby załatwiona. Odwrotnie, chcąc załatwić wszystkie wywołania, które w ciągu danego okresu czasu się pojawiają, należałoby przewidzieć bardzo dużą liczbę organów, co znacznie podrożyłoby urządzenia telekomutacyjne. Z wymienionych powodów przyjmuje się w praktyce pewną liczbę N organów komutacyjnych, większą niż wynikałoby to z wartości średniej natężenia ruchu, ale mniejszą niż wymagałaby tego maksymalna chwilowa wartość natężenia ruchu. Zgłoszenia abonentów, które przekraczają wartość, dla



Rys. 12.2. Wahania ruchu telefonicznego w *GNR*

której ustalono liczbę organów równą N, nie zostaną obsłużone, co powoduje powstawanie strat ruchowych.

Miarą strat ruchowych jest **współczynnik strat ruchu telefonicznego,** który wyraża się w postaci stosunku liczby zgłoszeń nie załatwionych przez centralę telefoniczną lub przez określoną jej część w GNR do całkowitej liczby zgłoszeń, które wpłynęły do centrali lub do jej części w ciągu tej godziny.

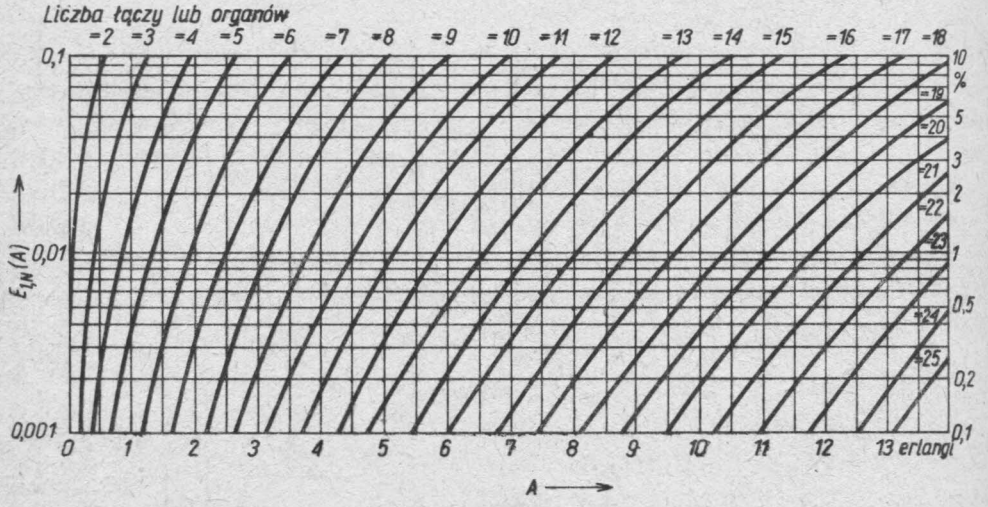
12.2. Powiązanie między liczbą łączy i ruchem telefonicznym

Określenie liczby łączy (lub organów komutacyjnych) wymaganych do obsługi danego ruchu telefonicznego dokonuje się za pomocą wzorów opartych na rachunku prawdopodobieństwa. Dokonywane obliczenia mają na celu znalezienie takiej liczby łączy lub organów komutacyjnych, które obsłużyłyby dany ruch telefoniczny przy założonym z góry współczynniku strat ruchowych. Obliczenia te przeprowadza się dla GNR.

Jednym z podstawowych wzorów, z którego korzysta się przy obliczaniu liczby łączy i organów jest wzór Erlanga

$$E_{1,N}(A) = \frac{\frac{A^N}{N!}}{1+\frac{A}{1}+\frac{A^2}{2!}+\frac{A^3}{3!}+\ldots\frac{A^N}{N!}} \tag{12.3}$$

przy czym: E_1, $N(A)$ — współczynnik strat, A — średnie natężenie ruchu oferowanego, N — liczba łączy.



Rys. 12.3. Rodzina krzywych do wzoru Erlanga

Wzór (12.3) ujmuje zależność między podanymi wielkościami w warunkach pełnej dostępności, poprzez układ komutacyjny, do wiązki N łączy.

Na podstawie wzoru (12.3) sporządzono rodziny krzywych (rys. 12.3) oraz tablice (załącznik na końcu podręcznika), które określają liczbę łączy lub organów potrzebnych do obsłużenia określonego ruchu przy założonym współczynniku strat.

Przykład 12.1

Współczynnik strat $E_{1,\,N}(A) = 0{,}005$. Liczba łączy w wiązce $N = 20$. Określić wartość ruchu oferowanego. Z wykresu odczytujemy A = 11 erlangów.

$E_{1,\,N}$ (A)	0,001	0,002	0,005	0,01	0,02
A erlangów	9,5	10,1	11,1	12,0	12,75

Przykład 12.2

Liczba łączy w wiązce $N = 10$. Ruch oferowany $A = 4{,}5$ erlangów. Określić współczynnik strat. Z wykresu odczytujemy $E_{1,10}(4{,}5) = 0{,}01$.

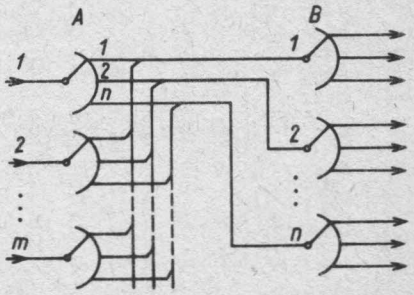
Przykład 12.3

Ruch oferowany = 8 erlangów. Współczynnik strat $E_{1,N}(A) = 0{,}02$. Określić wymaganą liczbę łączy N. Z wykresu odczytujemy N = 14.

Do obliczania wyposażenia stopni komutacyjnych automatycznych łącznic telefonicznych miejskich systemu 32AB zakłada się następujące współczynniki strat, odpowiednie do stopnia komutacyjnego:

— stopień szukania liniowego 0,002,
— stopień grupowy i stopień wybierania liniowego 0,005,
— wiązki łączy międzycentralnych 0,01.

Powyższe rozważania dotyczyły **wiązek łączy całkowicie dostępnych,** czyli **doskonałych,** tj. takich wiązek, dla których każde łącze dołączone do wejścia układu komutacyjnego ma dostęp do każdego łącza wiązki, przy czym nie występuje natłok wewnętrzny, czyli taki stan układu komutacyjnego, w którym przychodzące wywołanie nie może być zrealizowane z powodu braku wolnej i osiągalnej drogi połączeniowej w danej chwili (rys. 12.4).

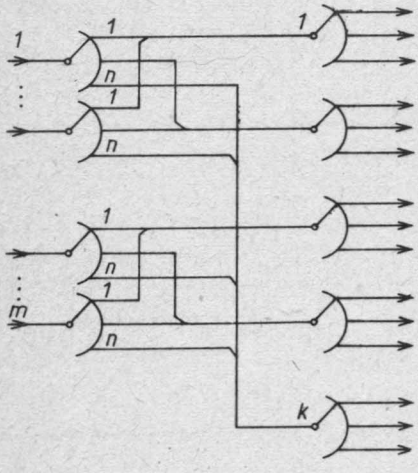


Rys. 12.4. Wiązka łączy całkowicie dostępna — doskonała

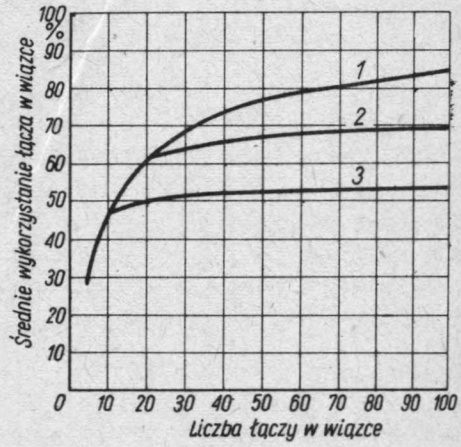
Jeżeli jednak natężenie ruchu oferowanego będzie tak duże, że liczba łączy w wiązce okaże się niewystarczająca do jego obsługi z zachowaniem założonego współczynnika strat, to liczbę łączy w wiązce należy odpowiednio zwiększyć, przy czym może się wówczas okazać, że z powodu ograniczonej dostępności wybieraków, z których jest zbudo-

wany stopień komutacyjny, wiązka ta stanie się **wiązką niecałkowicie dostępną (niedoskonałą)** (rys. 12.5).

W wiązce niecałkowicie dostępnej (niedoskonałej) każde łącze dołączone do wejścia układu komutacyjnego ma dostęp tylko do części łączy wiązki, równej dostępności pola wybieraka układu komutacyjnego. Ze względu na korzyści jakie daje stosowanie dużych wiązek doskonałych stosuje się wybieraki i mostki o stosunkowo dużej dostępności (20, 25, 50).



Rys. 12.5. Wiązka łączy niecałkowicie dostępna — niedoskonała



Rys. 12.6. Wykorzystanie łącza w wiązce (współczynnik strat 0,01)

1 — wiązka doskonała, *2* — wiązka niedoskonała o dostępności 20, *3* — wiązka niedoskonała o dostępności 10

Wykorzystanie łącza w wiązce niedoskonałej jest mniejsze niż w wiązce doskonałej. Jest ono tym większe, im większa jest dostępność pola wybieraków (rys. 12.6).

Przykładem powstawania wiązki niedoskonałej jest wielokrocie poziomów pól stykowych wybieraków grupowych łącznicy miejskiej systemu 32AB, w przypadku gdy liczba łączy w wiązce jest większa od dostępności pola (rys. 12.7).

Rys. 12.7. Wielokrocie stopniowane wybieraków grupowych

12.3. Prawo wiązki

Jeżeli dwie wiązki o tej samej liczbie łączy N, obciążone ruchem telefonicznym o tym samym natężeniu, przy tym samym współczynniku strat, połączymy ze sobą, otrzymamy wiązkę liczącą $2N$ łączy. Po połączeniu strumieni ruchu obu wiązek okazuje się, że szczytowe wartości natężenia ruchu strumienia wypadkowego nie będą dwukrotnie większe, gdyż szczytowe natężenia ruchu strumieni składowych nie wypadają na ogół w tych samych chwilach i dzięki temu strumień ruchu telefonicznego wypadkowego jest bardziej wyrównany. W konsekwencji zmniejszy się liczba przypadków, gdy liczba łączy $2N$ nie będzie wystarczająca do obsłużenia chwilowej wartości ruchu, innymi słowy ruch telefoniczny będzie obsługiwany z mniejszymi stratami.

Przyjmijmy przykładowo dwie wiązki o liczbie łączy $N=10$. Przy współczynniku strat $E_{1,M}(A)=0{,}01$ obciążenie wiązki wynosi 4,5 erlangów (rys. 12.3), co daje obciążalność łącza równą 0,45 erlangów. Po utworzeniu wiązki o liczbie łączy $2N=20$ jej obciążenie zwiększy się do 11,75 erlangów, przy tym samym współczynniku strat. Dla obsłużenia ruchu o natężeniu równym 9 erlangom wystarcza natomiast przy współczynniku strat $E_{1,M}(A)=0{,}01$ wiązka licząca tylko 16 łączy.

Z przytoczonego przykładu wynika, że zwiększeniu liczby łączy w wiązce towarzyszy zwiększenie średniej obciążalności łącza (rys. 12.6).

W wiązkach doskonałych liczących ponad 50 łączy dalszy wzrost liczby łączy w wiązce nie powoduje znaczniejszego zwiększenia obciążalności. Z tego względu na ogół nie czyni się szczególnych starań, aby tworzyć duże wiązki łączy całkowicie dostępnych.

12.4. Przykład obliczania wyposażenia łącznicy miejskiej systemu 32AB

Należy obliczyć wyposażenie automatycznej łącznicy miejskiej systemu 32AB (rys. 8.1), przyjmując następujące dane ruchowe:

- średnia liczba wywołań dokonywanych w ciągu doby przez jednego abonenta i kierowanych do innych abonentów wynosi 10;
- średnia liczba wywołań w ciągu doby dla jednego abonenta kierowanych do służb specjalnych wynosi 1;
- średnia liczba połączeń międzymiastowych przychodzących i wychodzących w ciągu doby dla jednego abonenta, realizowanych przez ręczną centralę międzymiastową wynosi 0,8;
- średnia liczba połączeń przychodzących i wychodzących w ciągu doby dla jednego abonenta, realizowanych przez automatyczną centralę międzymiastową wynosi 1,5;
- współczynnik koncentracji ruchu miejscowego wynosi 10 %, a ruchu międzymiastowego i ruchu do służb specjalnych — 12 %;
- średni czas trwania połączenia miejscowego wynosi 3 min, połączenia do służb specjalnych — 1,5 min i połączenia międzymiastowego — 4,5 min;
- współczynnik strat na stopniu SL wynosi 0,002, na pozostałych stopniach — 0,005 i dla wiązek łączy międzycentralowych — 0,01.

Zakłada się równomierny rozpływ ruchu telefonicznego między wszystkie grupy abonenckie.

Obliczenia:

1. Natężenie ruchu generowanego przez 200-numerową grupę abonencką (wzór 12.3)

$$A = A_M + A_{SS} + A_{CMMW} + A_{ACMMW} =$$

$$= \frac{10 \cdot 3 \cdot 200 \cdot 0{,}1}{60} + \frac{1 \cdot 1{,}5 \cdot 200 \cdot 0{,}12}{60} +$$

$$+ \frac{0{,}4 \cdot 4{,}5 \cdot 200 \cdot 0{,}12}{60} + \frac{0{,}75 \cdot 4{,}5 \cdot 200 \cdot 0{,}12}{60} =$$

$$= 10 + 0{,}6 + 0{,}72 + 1{,}35 = 12{,}67 \text{ Erl}$$

Z tabel Erlanga dla wiązki całkowicie dostępnej odczytujemy $N = 24$. Zatem każda grupa abonencka jest wyposażona w 24 zespoły *SL* i 24 zespoły *WGI*, natomiast łącznica ma $\frac{8000}{200} \cdot 24 = 960$ zespołów *SL* i tyleż zespołów *WGI*.

2. Natężenie ruchu przychodzącego od ręcznej centrali międzymiastowej (wzór 12.3)

$$A_{CMMP} = \frac{0{,}4 \cdot 4{,}5 \cdot 200 \cdot 0{,}12 \cdot 8000}{60 \cdot 200} = 28{,}8 \text{ erlangów}$$

Przyjmując, że łącza pośredniczące tworzą wiązkę doskonałą, otrzymujemy 40 zespołów *WGIMM*, stanowiących zakończenia łączy pośredniczących od ręcznej centrali międzymiastowej.

3. Natężenie ruchu przychodzącego od automatycznej centrali międzymiastowej

$$A_{ACMMP} = \frac{0{,}75 \cdot 4{,}5 \cdot 200 \cdot 0{,}12 \cdot 8000}{60 \cdot 200} = 54 \text{ erlangów}$$

Przyjmując, że stopień komutacyjny automatycznej centrali międzymiastowej zapewnia pełną dostępność, otrzymujemy 68 zespołów *WGIMM*, stanowiących zakończenia łączy pośredniczących od automatycznej centrali międzymiastowej

4. Łączna liczba wybieraków grupowych pierwszych

$$960 + 40 + 68 = 1068$$

5. Rozdział ruchu na stopniu *WGI*

– z poziomu „0" do *ACMM*

$$\frac{8000}{200} \cdot 1{,}35 \text{ erlangów} = 54 \text{ erlangów}$$

Z tabeli Erlanga dla pola stopniowanego $a = 20$ otrzymujemy 80 łączy międzycentralowych wychodzących do *ACMM*

– z poziomu „9" do służb specjalnych i *CMM*

$$\frac{8000}{200} \cdot (0{,}6 + 0{,}72) \text{ erlangów} = 52{,}8 \text{ erlangów}$$

Z tej samej tabeli otrzymujemy 89 łączy zakończonych wybierakami grupowymi *WGIIsp*

– pozostały ruch, tj.

$$\frac{8000}{200} \cdot 10 \text{ erlangów} = 400 \text{ erlangów}$$

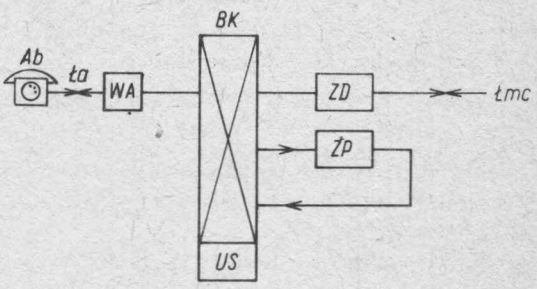
rozdziela się równomiernie pomiędzy poziomy „1" ... „8", tzn. z każdego poziomu odpływa strumień ruchu o natężeniu 50 erlangów, czemu odpowiada 79 łączy międzystopniowych zakończonych zespołami *WGII*.

6. W grupach wybieraków grupowych *WGII* ruch rozdziela się między 5 grup abonenckich 200-numerowych. Każda grupa wybieraków liniowych *WL* obsługuje więc $\frac{50 \text{ erlangów}}{5} = 10$ erlangów, czemu odpowiada 19 zespołów *WL*.

13. Automatyczne łącznice telefoniczne małej pojemności systemu Pentaconta

13.1. Wiadomości ogólne

Automatyczne łącznice telefoniczne małej pojemności (rys. 13.1) są to łącznice, których sieć dróg połączeniowych jest zrealizowana w postaci prostego, **jednosekcyjnego bloku komutacyjnego** o niewielkiej pojemności.

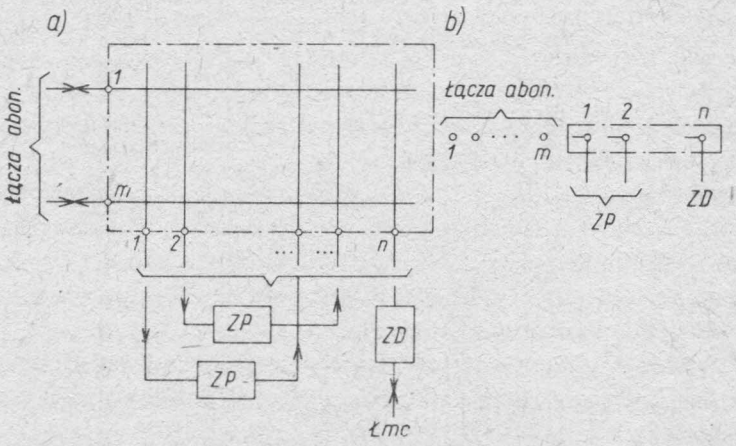


Rys. 13.1. Układ blokowy łącznicy telefonicznej małej pojemności

Ab — aparat abonencki, *BK* — blok komutacyjny, *Ła* — łącze abonenckie, *Łmc* — łącze międzycentralowe, *US* — wyposażenie sterujące bloku, *WA* — zespół liniowy łącza abonenckiego (wyposażenie abonenckie), *ZP* — zespół połączeniowy, *ZD* — zespół liniowy łącza międzycentralowego (zespół dwukierunkowy)

Do wejść bloku są dołączone łącza abonenckie, a do wyjść — zespoły połączeniowe *ZP* i łącza międzycentralowe, przeważnie dwukierunkowe, w liczbie uzależnionej od wielkości przewidywanego ruchu telefonicznego wewnętrznego i zewnętrznego.

Najprostszą postać takiego bloku przedstawiono na rys. 13.2. Blok jest zbudowany

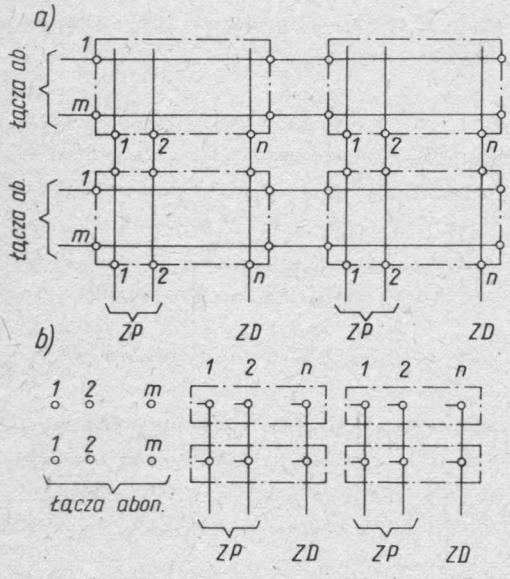


Rys. 13.2. Prosty blok komutacyjny jednosekcyjny: *a*) symbolika krzyżowa; *b*) symbolika „ptaszkowa"

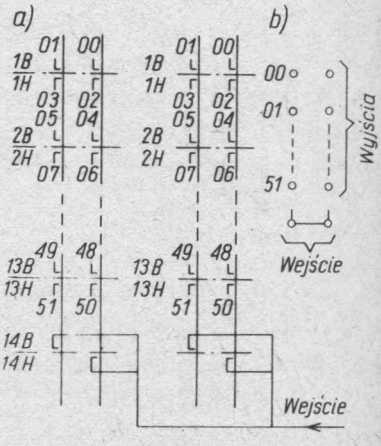
z mostków wybieraka krzyżowego, których pola tworzą wielokrocie poziome. Liczba mostków jest uzależniona od budowy wybieraka i może wynosić przykładowo 10, 12, 19 itp., natomiast liczba wejść bloku zależy od liczby drążków sterujących i może wynosić przykładowo:

— przy 7 drążkach sterujących — 24 (podwajanie pojemności mostków) lub 32 (potrajanie pojemności mostków);
— przy 14 drążkach sterujących — 52 (podwajanie pojemności mostków).

Jeżeli ze względu na wielkość obsługiwanego ruchu telefonicznego wymagana jest większa liczba zespołów połączeniowych oraz łączy do centrali nadrzędnej rozbudowuje się blok przez dodanie drugiego i ewentualnie następnych wybieraków. Natomiast zwiększenie liczby dołączonych do wejść bloku łączy abonenckich uzyskuje się przez równoległe łączenie mostków (rys. 13.3).



Rys. 13.3. Rozbudowany blok komutacyjny jednosekcyjny: *a*) symbolika krzyżowa; *b*) symbolika „ptaszkowa"



Rys. 13.4. Równoległe łączenie mostków: *a*) symbolika krzyżowa; *b*) symbolika „ptaszkowa"

Przedstawione bloki komutacyjne noszą nazwę bloków jednosekcyjnych i charakteryzują się następującymi cechami:

— komutacja łączy, np. łącza abonenckiego z zespołem połączeniowym, zespołu połączeniowego z łączem abonenckim albo łącza abonenckiego z łączem międzycentralowym jest dokonywane za pomocą tylko jednego mostka;
— liczbę wejść bloku, a tym samym liczbę łączy abonenckich dołączonych do bloku, zwiększa się łącząc mostki równolegle (rys. 13.4);
— liczbę wyjść bloku, a tym samym liczbę zespołów połączeniowych i łączy do centrali nadrzędnej, zwiększa się przez zwiększenie liczby mostków objętych wspólnym wielokrociem.

Dzięki prostocie bloków jednosekcyjnych ich urządzenia sterujące mają również

prostą budowę. Wadą bloków jednosekcyjnych jest ograniczona pojemność, gdyż ze względu na malejące wykorzystanie nie stosuje się łączenia równoległego większej liczby mostków niż 3...4. Z tego względu zastosowanie ich ogranicza się głównie do łącznic małej pojemności, przede wszystkim abonenckich i wiejskich.

13.2. Automatyczne łącznice abonenckie systemu Pentaconta

13.2.1. Ogólne wiadomości o łącznicach abonenckich

Automatyczne łącznice abonenckie są budowane z takich samych elementów komutacyjnych jak automatyczne łącznice miejskie; rozróżniamy więc łącznice z wybierakami krokowymi (dziś już praktycznie nie produkowane) oraz łącznice z wybierakami krzyżowymi.

Ze względu na mniejszą pojemność oraz dodatkowe możliwości łącznice abonenckie różnią się od łącznic miejskich rozwiązaniami schematowymi. Te dodatkowe możliwości polegają przede wszystkim na zapewnieniu abonentom wewnętrznym połączeń telefonicznych z abonentami sieci użytku publicznego (miejscowych, międzymiastowych oraz międzynarodowych), wychodzących, czyli inicjowanych przez abonentów wewnętrznych i przychodzących, czyli inicjowanych przez abonentów sieci użytku publicznego.

Abonenci wewnętrzni dzielą się na nieuprawnionych, półuprawnionych i uprawnionych do połączeń z siecią użytku publicznego.

Abonenci nieuprawnieni mogą zestawiać połączenia tylko z innymi abonentami wewnętrznymi; nie mogą natomiast zestawiać połączeń wychodzących do sieci użytku publicznego, ani odbierać połączeń przychodzących z tej sieci.

Abonenci półuprawnieni mogą zestawiać połączenia wewnętrzne i odbierać połączenia przychodzące, natomiast nie mogą zestawiać połączeń wychodzących.

Abonenci uprawnieni mogą zestawiać połączenia wewnętrzne i wychodzące oraz odbierać połączenia przychodzące. W zakresie możliwości zestawiania połączeń wychodzących stosuje się dalszy podział abonentów na uprawnionych do połączeń międzynarodowych, międzymiastowych, miejscowych zaliczanych wielokrotnie i jednokrotnie.

Połączenia wychodzące do nadrzędnej centrali miejscowej (poprzez którą są również realizowane połączenia międzymiastowe i międzynarodowe) są dokonywane automatycznie, przy czym stosowany jest jawny numer kierunkowy („0", „10", „1" itp.). Abonent wywołujący otrzymuje sygnał zgłoszenia centrali miejskiej, po otrzymaniu którego wybiera numer abonenta żądanego. Zaliczanie połączenia odbywa się na liczniku, należącym do wyposażenia liniowego łącza centralkowego, a w nowoczesnych łącznicach abonenckich może być dokonywane ponadto na liczniku znajdującym się w wyposażeniu łącznicy abonenckiej.

Połączenia przychodzące mogą być zestawiane dwoma sposobami:

— **półautomatycznym,** kiedy łącza centralkowe są zakończone w łącznicy abonenckiej układami równoważnymi układowi aparatu telefonicznego *CB*;
— **automatycznym**, kiedy łącza centralkowe są zakończone w łącznicy abonenckiej na wejściach stopnia komutacyjnego (grupowego lub abonenckiego zależnie od pojemności łącznicy).

W pierwszym przypadku wywołanie centrali abonenckiej odbywa się w sposób analogiczny, jak wywołanie abonenta. Sygnał wywołania odebrany przez łącznicę abonencką powoduje pojawienie się sygnału optycznego na pulpicie specjalnego aparatu pośredniczącego obsługiwanego przez telefonistkę. Telefonistka odbiera wywołanie powodując przebiegi równoważne podniesieniu mikrotelefonu przez abonenta żądanego i odbiera numer żądanego abonenta wewnętrznego. Następnie zestawia drogę połączeniową w obrębie łącznicy abonenckiej, łączącą wywołujące łącze centralkowe z łączem abonenta żądanego wewnętrznego. Jeśli podczas zestawiania połączenia telefonistka stwierdzi zajętość łącza abonenta żądanego, może się do niego dołączyć „na trzeciego", aby zaoferować połączenie przychodzące albo „postawić na oczekiwanie" to połączenie, które zostanie zrealizowane automatycznie natychmiast po zwolnieniu się łącza abonenta żądanego.

Opisany sposób zestawiania połączeń przychodzących jest stosowany w przypadku łącznic abonenckich małej pojemności oraz łącznic dużej pojemności, dla których nie można z różnych powodów zastosować sposobu automatycznego. Jego zaletą jest mniejszy koszt wyposażenia komutacyjnego łącznicy abonenckiej, możliwość przyłączania łączy centralkowych do łącznicy miejskiej, tak jak łączy abonenckich i pośrednictwo telefonistki, co zwłaszcza przy braku znajomości numerów albo organizacji instytucji, obsługiwanej przez daną łącznicę abonencką, ma korzystne znaczenie. Wadą tego systemu jest natomiast dość długi czas zestawiania połączenia i koszt personelu.

W drugim wypadku wywołanie centrali abonenckiej odbywa się po wybraniu przez abonenta wywołującego odpowiedniego numeru kierunkowego, przy czym stosowany bywa zarówno system jawnych jak i skrytych cyfr kierunkowych (abonent wywołujący otrzymuje, albo nie, sygnał zgłoszenia centrali abonenckiej). Abonent wywołujący bądź bezpośrednio nadaje do centrali abonenckiej numer abonenta żądanego, bądź odbywa się to przy udziale rejestru centrali miejskiej. Numer ten jest odbierany przez rejestr centrali abonenckiej, który steruje zestawieniem drogi połączeniowej.

Opisany sposób zestawiania połączenia przychodzącego jest stosowany w przypadku dużych łącznic abonenckich. Wskutek wyeliminowania pośrednictwa telefonistki czas zestawienia połączenia jest krótki, co stanowi jego podstawową zaletę. Dla wygody abonentów miejskich, którzy nie znają numerów abonentów centrali abonenckiej stosuje się proste aparaty informacyjne, których obsługa udziela informacji o tych numerach, a w uzasadnionych przypadkach zestawia połączenia.

Łącznice abonenckie zapewniają swoim użytkownikom ponadto szereg dodatkowych możliwości techniczno-eksploatacyjnych, usprawniających ich pracę. Do najczęściej spotykanych udogodnień należą:

— **połączenia zwrotne**, czyli dodatkowe połączenia wewnętrzne, które abonenci we-

wnętrzni mogą zestawiać w czasie trwania połączeń miejskich bez rozłączania tych ostatnich;
— **przekazanie połączenia miejskiego** przez abonenta wewnętrznego innemu abonentowi wewnętrznemu;
— **obsługa połączeń przychodzących w nocy** przez wyznaczonego abonenta wewnętrznego;
— współpraca z innymi centralami abonenckimi i szereg innych, zależnych od wymagań użytkowników.

Łącznice abonenckie systemu Pentaconta, produkowane w Polsce, dzielą się na dwie podstawowe grupy:
— łącznice małej pojemności; należą do nich łącznice typu 5B, 7E;
— łącznice średniej i dużej pojemności; należą do nich łącznice typu 18E i PC 1000.

Łącznice typu 5B i 7E charakteryzują się prostą budową bloków komutacyjnych (rozdz. 13.1). Pojemność łącznicy 5B wynosi 24 NN, a łącznicy 7E — 52, 104 lub 156 NN. Łącznice typu 18E o pojemności od 104 do 836 NN oraz łącznice PC 1000 o pojemności od 600 do kilku tysięcy NN mają sieci dróg połączeniowych zbudowane ze złożonych, dwusekcyjnych bloków komutacyjnych podobnych do bloków stosowanych w automatycznych łącznicach miejskich systemu Pentaconta.

13.2.2. Łącznice abonenckie typu 5B i 7E

Łącznice abonenckie typu 5B i 7E są zbudowane na jednakowej zasadzie i działają w podobny sposób, różnią się natomiast od siebie pojemnością, co znalazło wyraz w budowie ich bloków komutacyjnych (rys. 13.5 i 13.6).

Bloki komutacyjne łącznic typu 5B i 7E-13 są zbudowane z pojedynczych wybieraków krzyżowych:
— łącznicy typu 5B z wybieraka o 7 drążkach i 12 mostkach,
— łącznicy typu 7E-13 z wybieraka o 14 drążkach i 19 mostkach.

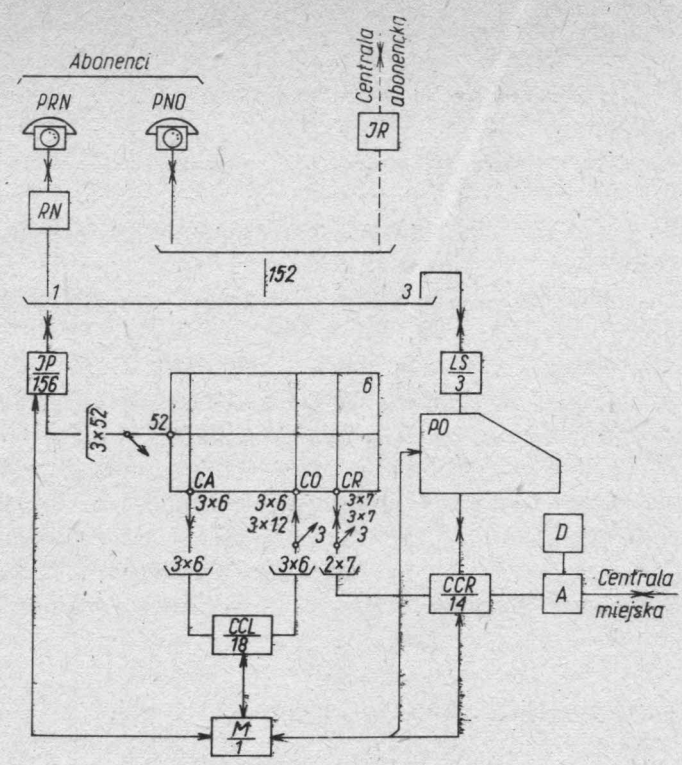
Do pola wielokrotnego bloku łącznicy typu 5B jest dołączonych 24, a do łącznicy 7E-13 — 52 łącza abonenckie.

Wyposażenie łącznicy typu 5B stanowią 3 zespoły połączeniowe wewnętrzne *CCL*, 1 zespół specjalny *CCS* (potrzebny przy połączeniach wychodzących) i 5 zespołów połączeniowych miejskich, a łącznicy 7E-13 — 6 zespołów *CCL* i 7 zespołów *CCR*.

Blok komutacyjny łącznicy typu 7E-28 jest zbudowany z czterech 19-mostkowych, 14-drążkowych wybieraków krzyżowych, które podzielono na dwie grupy liczące po 2 wybieraki. Każda grupa ma własne 52-wyjściowe pole wielokrotne, do którego przyłączono 52 łącza abonenckie.

Z par mostków odpowiadających sobie wybieraków obu grup utworzono 19 łączników. Do tak zbudowanego bloku komutacyjnego dołączono:
— 10 zespołów połączeniowych wewnętrznych *CCL*,
— 18 zespołów połączeniowych miejskich *CCR*.

Blok komutacyjny łącznicy typu 7E-32 jest najbardziej rozbudowany; składa się z 6 wybieraków 52-wyjściowych, które są rozdzielone między 3 grupy liczące po 2 wy-



Rys. 13.5. Układ zasadniczy łącznicy abonenckiej 7E-32

A — zespół dołączający dyskryminator *D* do zespołu połączeniowego miejskiego *CCR*, tzw. adapter, *CA* — szukacz liniowy, *CCL* — zespół połączeniowy wewnętrzny, *CCR* — zespół połączeniowy miejski, *CO* — wybierak liniowy, *CR* — wybierak miejski, *D* — zespół rozróżniający, tzw. dyskryminator, *JP* — zespół liniowy łącza abonenckiego (wyposażenie abonenckie), *JR* — zespół liniowy łącza sąsiedzkiego (translacja dwukierunkowa), *LS* — wyposażenie liniowe łącza służbowego, *M* — cechownik, *PNO* — aparat telefoniczny abonenta zwykłego, *PO* — aparat pośredniczący, *PRN* — aparat telefoniczny abonenta nocnego, *RN* — dodatkowe wyposażenie liniowe łącza abonenta nocnego

bieraki. W każdej grupie wyjścia wybieraków są zwielokrotnione. Do tych wielokroci dołączono po 3 grupy liczące po 52 łączy abonenckich.

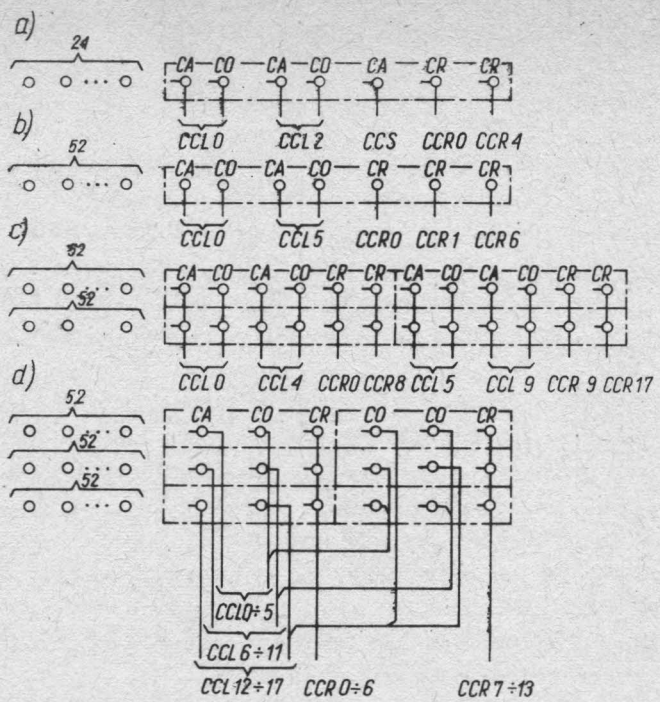
Zespoły połączeniowe wewnętrzne *CCL* i zespoły połączeniowe miejskie *CCR* są dołączone do bloku w następujący sposób:

— każdy zespół *CCL* jest połączony z szukaczem liniowym *CA*, zbudowanym z jednego mostka, który znajduje się w wybieraku należącym do jednej z grup wybieraków; dzięki przyjęciu takiego rozwiązania każda 52-numerowa grupa abonentów ma zapewniony dostęp do 6 spośród 18 zespołów *CCL*;

— każdy zespół *CCL* jest połączony z wybierakiem liniowym *CO*, utworzonym z łącznika, składającego się z 3 mostków, znajdujących się w wybierakach należących do różnych grup; dzięki temu zespół *CCL* ma dostęp do wszystkich grup łączy abonenckich;

— każdy zespół *CCR* jest połączony z wybierakiem miejskim *CR*, zbudowanym z 3 mostków, zapewniającym dostęp, podobnie jak wybierak *CO*, do wszystkich grup łączy abonenckich.

Do opisanego bloku można dołączyć:



Rys. 13.6. Bloki komutacyjne łącznic abonenckich małej pojemności: *a*) 5B; *b*) 7E-13; *c*) 7E-28; *d*) 7E-32

— 18 zespołów połączeniowych wewnętrznych *CCL*;
— 14 zespołów połączeniowych miejskich *CCR*.

Zespoły połączeniowe *CCL* i *CCR* spełniają następujące zadania:
— zespół *CCL*: obsługuje połączenia wewnętrzne i początkową fazę połączeń miejskich wychodzących;
— zespół *CCR*: obsługuje połączenia miejskie wychodzące i przychodzące.

Zespoły *CCR* mogą być wykorzystywane do współpracy z centralą miejską, a także z centralami abonenckimi. Do zespołów *CCR*, współpracujących z centralą miejską, dołącza się specjalne zespoły rozróżniające, tzw. dyskryminatory *D*. Dołączenia dyskryminatora do zespołów *CCR* dokonuje się za pośrednictwem układu dołączającego *A*. Dyskryminator *D* rejestruje i analizuje pierwsze cyfry numeru abonenta miejskiego, oraz ustala, czy połączenie zostanie zrealizowane, czy nie.

Zespoły *CCR* są również dołączone do aparatu pośredniczącego *PO*, w którym znajduje się ich wyposażenie sygnalizacyjne i manipulacyjne.

Do pola mostków *CA*, *CO*, i *CR* są przyłączone:
— łącza abonenckie,
— łącza służbowe telefonistki, służące do komunikacji z abonentami wewnętrznymi,
— łącze abonenta nocnego,
— łącza sąsiedzkie, łączące z innymi centralami abonenckimi.

13.2.3. Ogólny opis działania łącznicy typu 5B i 7E

a. Połączenie wewnętrzne

AbA wywołuje centralę. Szukacz liniowy *CA* wyznaczonego do pracy zespołu *CCL* wyszukuje łącze *AbA*. Łącze to zostaje dołączone do zespołu *CCL*, który wysyła do *AbA* sygnał zgłoszenia centrali. *AbA* wybiera numer *AbB*. Po zarejestrowaniu numeru *AbB* zespół *CCL* zajmuje cechownik i przekazuje mu ten numer. Cechownik ustawia wybierak liniowy *CO* danego zespołu *CCL* na pozycji łącza *AbB* i odłącza się. Zespół *CCL* wysyła do *AbB* sygnał wywołania, a do *AbA* — zwrotny sygnał wywołania.

AbB zgłasza się. Sygnał wywołania zostaje odłączony, zwrotny sygnał wywołania — również. Zespół *CCL* zasila mikrofony abonentów, zamyka obwód rozmówny i podtrzymuje elektromagnesy mostkowe szukacza i wybieraka liniowego.

AbA odkłada mikrotelefon jako pierwszy; następuje częściowe rozłączenie zespołu *CCL*. *AbB* otrzymuje sygnał zajętości z zespołu *CCL*. Jeżeli wówczas *AbB* odłoży mikrotelefon, to następuje całkowite rozłączenie zespołu *CCL*.

AbB odkłada mikrotelefon jako pierwszy; następuje częściowe rozłączenie zespołu *CCL*. *AbA* otrzymuje sygnał zajętości z zespołu *CCL*. Gdy *AbA* odłoży mikrotelefon, to następuje całkowite rozłączenie zespołu *CCL*.

b. Połączenie miejskie wychodzące

AbA wywołuje centralę, wskutek czego jego łącze zostaje połączone z zespołem *CCL*, z którego abonent otrzymuje sygnał zgłoszenia. Wybiera numer kierunkowy centrali miejskiej („1"). Zespół *CCL* rejestruje ten numer i zajmuje cechownik. Przekazuje mu numer kierunkowy centrali miejskiej. Cechownik otrzymuje kategorię łącza *AbA*. Dalszy przebieg połączenia zależy od tej kategorii:

— abonent nieuprawniony — połączenie nie jest realizowane, abonent otrzymuje sygnał zajętości z zespołu *CCL*;
— abonent uprawniony bez ograniczenia — cechownik wybiera wolny zespół *CCR*; wybierak miejski *CR* ustawia się na pozycji łącza *AbA*; zespół *CCL* zostaje zwolniony; *AbA* otrzymuje sygnał zgłoszenia centrali miejskiej i wybiera numer *AbB*;
— abonent uprawniony z ograniczeniem — cechownik wybiera odpowiedni, wolny zespół *CCR* stanowiący wyposażenie łącza miejskiego; do zespołu *CCR* przyłącza się odpowiedni dyskryminator *D*.

Po dołączeniu łącza *AbA* do zespołu *CCR* zespół *CCL* i cechownik zostają zwolnione. Aparat *AbA* jest zasilany z zespołu *CCR*. Pętla miejska zostaje zamknięta przez zespół *CCR*. *AbA* otrzymuje sygnał zgłoszenia centrali miejskiej.

AbA wybiera numer *AbB*. Abonent należący do kategorii „uprawniony bez ograniczenia" może uzyskać połączenie miejskie, międzymiastowe lub międzynarodowe, zaś abonent należący do kategorii „uprawniony z ograniczeniem" — połączenia zgodne z kategorią uprawnienia. Połączenia nie przewidzianego przez kategorię uprawnienia abonent nie uzyska, gdyż nie pozwoli na to dyskryminator. W takim przypadku

następuje przymusowe rozłączenie połączenia miejskiego i abonent otrzymuje sygnał zajętości z zespołu *CCR*.

Rozłączenie połączenia następuje po odłożeniu mikrotelefonu przez *AbA*.

c. Połączenie miejskie przychodzące

Sygnał wywołania (prąd dzwonienia) odbiera zespół *CCR*. W aparacie pośredniczącym *PO* zapala się lampka wywoławcza. Telefonistka naciska przełącznik zgłoszeniowy, należący do wywołującego łącza miejskiego i łączy się z abonentem miejskim. Następnie wybiera numer *AbB*, zarejestrowany w wyposażeniu przekaźnikowym aparatu pośredniczącego, po czym zostaje zajęty cechownik, który odbiera numer *AbB*. Cechownik określa kategorię łącza abonenta i jeżeli jest on uprawniony do połączeń miejskich przychodzących — ustawia wybierak *CR*, należący do wywołanego zespołu *CCR*, na pozycji tego łącza. Po wykonaniu tych czynności cechownik odłącza się od wyposażenia aparatu i od zespołu *CCR*.

Zespół *CCR* wysyła do *AbB* sygnał wywołania.

Telefonistka odłącza swój aparat odzewowy od zespołu *CCR*.

AbB zgłasza się — następuje rozmowa.

Rozłączenie zespołu *CCR* następuje po odłożeniu mikrotelefonu przez *AbB*.

W przypadku gdy *AbB* jest zajęty telefonistka może:

— pozostawić połączenie miejskie w stanie oczekiwania na zwolnienie się tego abonenta,

— zaoferować połączenie miejskie abonentowi.

W obu przypadkach, po odłożeniu mikrotelefonu przez zajętego abonenta, zespół *CCR* wysyła sygnał wywołania. Po zgłoszeniu się *AbB* następuje rozmowa.

d. Połączenie zwrotne

Abonent prowadzący rozmowę miejską wybiera cyfrę „2". Zespół *CCR* zajmuje cechownik, który następnie wyznacza wolny zespół *CCL* i dołącza go do łącza abonenta wywołującego. Zespół *CCL* wysyła sygnał zgłoszenia centrali. Cechownik odłącza się od zespołów *CCR* i *CCL*.

AbA wybiera numer *AbB*. Zespół *CCL* łączy go z tym abonentem.

Powrót *AbA* do rozmowy miejskiej następuje po wybraniu przez niego cyfry „1". Zespół *CCL* zostaje zwolniony.

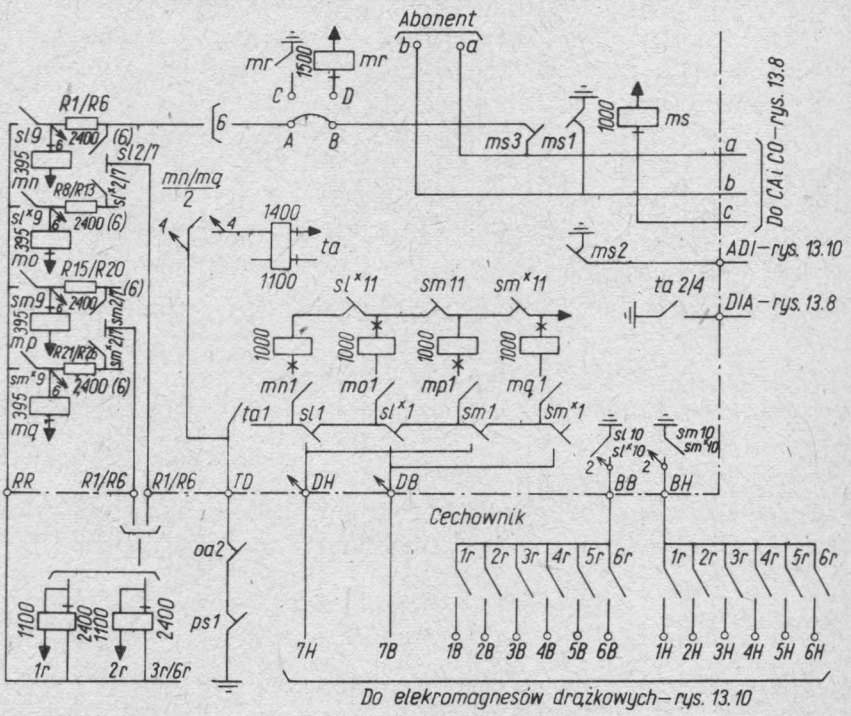
e. Przekazanie połączenia miejskiego

AbA odkłada mikrotelefon na widełki. Zostaje przywołany cechownik, który ustawia wybierak *CR* na pozycji łącza *AbB*, który przejmuje połączenie.

13.3. Opis szczegółowy połączenia wewnętrznego łącznicy typu 5B

13.3.1. Wiadomości ogólne

Wyposażenie łączy abonenckich (rys. 13.7) składa się z czterech grupowych przekaźników liniowych: *mn*, *mo*, *mp* i *mq* oraz indywidualnych przekaźników odłącznych *ms*. Do każdego z przekaźników przyłącza się 6 łączy abonenckich. Przekaźniki grupowe liniowe mają swoje przekaźniki pomocnicze: *sl*, sl^x, *sm* i sm^x.

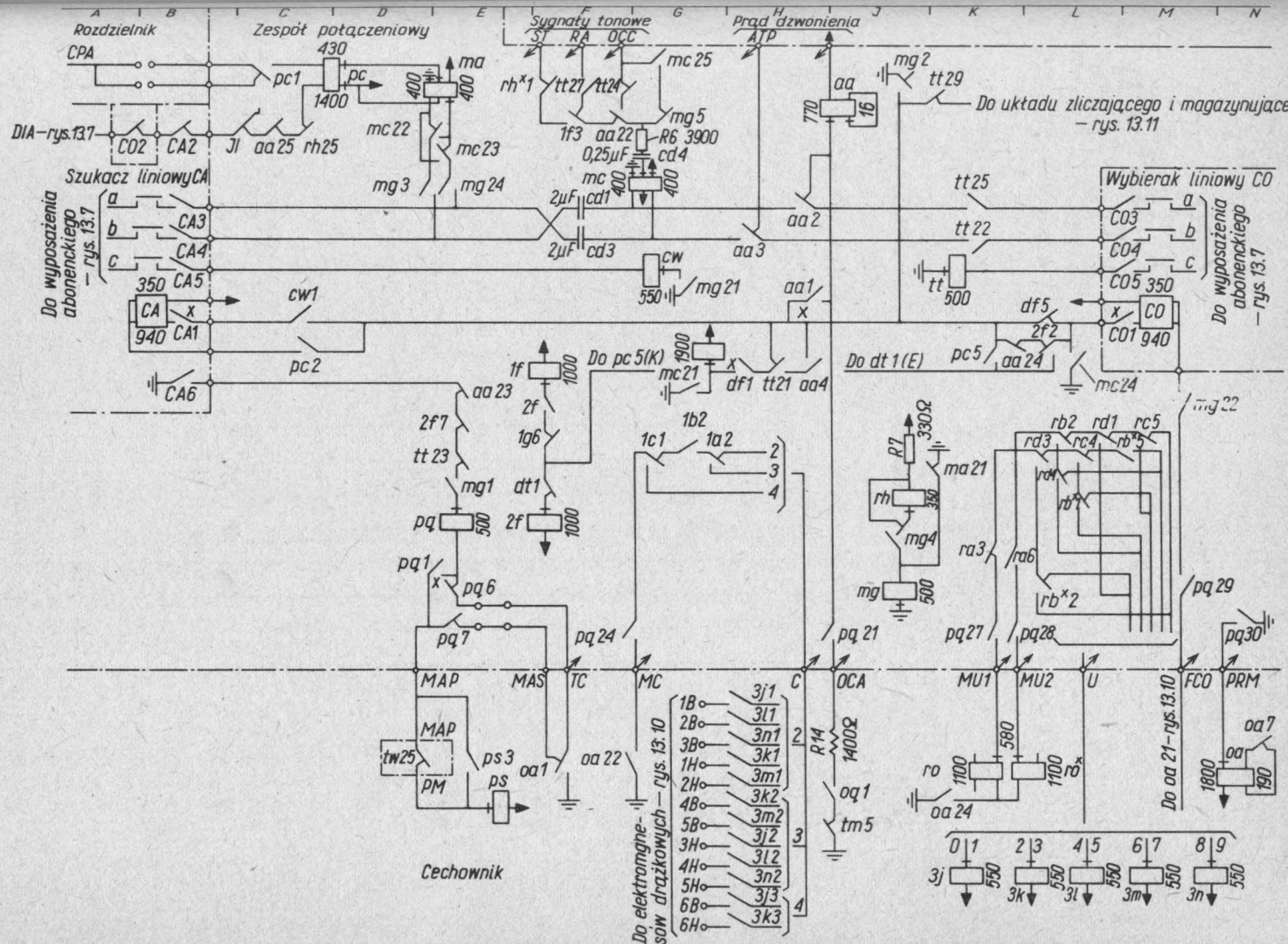


Rys. 13.7. Schemat ideowy wyposażenia łączy abonenckich łącznicy 5B (w rys. 13.7 i następnych zastosowano symbole graficzne stosowane w schematach Pentaconta)

Jeżeli łącze abonenckie ma dużą rezystancję, przyłącza się je do indywidualnego przekaźnika liniowego *mr*.

Zespół połączeniowy (rys. 13.8) jest połączony z szukaczem liniowym *CA* i wybierakiem liniowym *CO* i składa się z następujących przekaźników:

— *pc* — przekaźnik zajęcia zespołu połączeniowego
— *ma* — przekaźnik impulsujący
— *mg* — przekaźnik kontrolny
— *rh* — przekaźnik seryjny
— *aa* — przekaźnik dzwonienia
— *cw* — przekaźnik próbny szukacza liniowego
— *tt* — przekaźnik próbny wybieraka liniowego



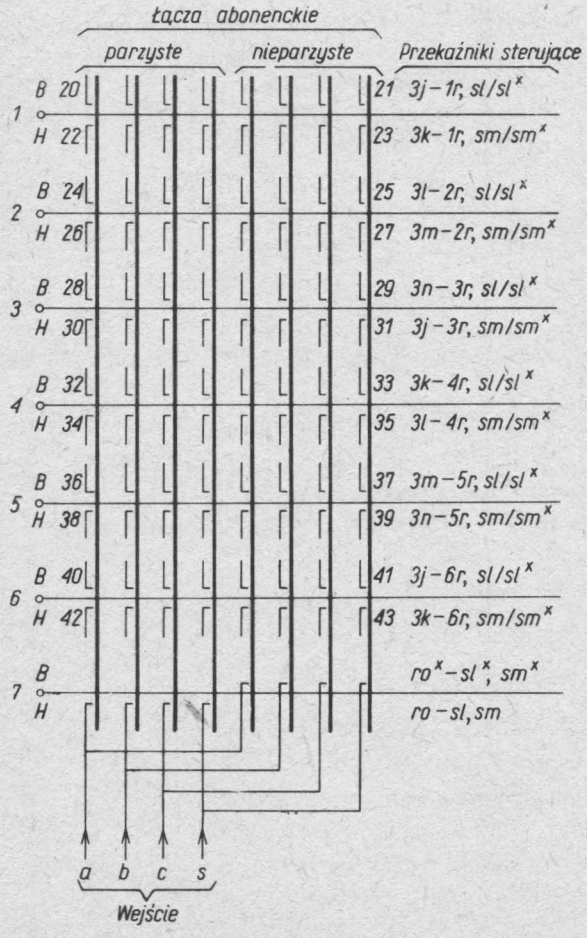
Rys. 13.8. Uproszczony schemat ideowy zespołu połączeniowego wewnętrznego *CCL* łącznicy 5B

— *1f* — przekaźnik pierwszej cyfry
— *2f* — przekaźnik drugiej cyfry
— *pq* — przekaźnik zajęcia cechownika
— *mc* — przekaźnik zasilający mikrofon abonenta żądanego
— *df*, *dt* i rh^x — przekaźniki pomocnicze.

Ponadto do wyposażenia zespołu połączeniowego należy układ przekaźników *ra*, ra^x, *rb*, rb^x, *rc* i *rd*, które służą do rejestracji serii impulsów wybierczych oraz układ przekaźników *1a*...*1d* oraz *1g* służących do magazynowania cyfry dziesiątek numeru *AbB*.

13.3.2. Wywołanie centrali przez AbA

Na rys. 13.7 pokazano fragment łącznicy zawierający wyposażenie łączy abonenckich, które są dołączone do pola szukaczy liniowych *CA* i wybieraków liniowych *CO* (rys. 13.9).



Rys. 13.9. Pole szukaczy liniowych *CA* i wybieraków liniowych *CO* łącznicy 5B

Do przewodów *a* i *b* łącza abonenckiego jest dołączona zwojnica grupowego przekaźnika liniowego (*mn, mo, mp* lub *mq*).

W chwili, gdy *AbA* podniesie mikrotelefon zostaje zamknięty obwód przekaźnika liniowego.

Jeżeli łącze *AbA* jest dołączone do indywidualnego przekaźnika liniowego *mr*, to wykonane są połączenia $A - C$ i $B - D$, a skasowane połączenie $A - B$ i działa przekaźnik *mr*, który zamyka obwód dla właściwego grupowego przekaźnika liniowego.

Przekaźnik liniowy grupowy przyciąga kotwicę i zamyka obwód przekaźnika startowego *ta*, który działa, jeżeli w danej chwili cechownik jest wolny, tzn., jeżeli do piórka *TD* jest dołączony plus baterii.

Przekaźnik *ta* przyłącza plus baterii do przewodów startowych *DIA* zespołów połączeniowych *CCL* oraz do układu rozdzielnika pierwszeństwa, złożonego z 4 przekaźników: *sl*, sl^x, *sm* i sm^x. W zależności od tego, który grupowy przekaźnik liniowy został wzbudzony, działa odpowiedni przekaźnik rozdzielnika, który odłącza pozostałe przekaźniki. W ten sposób, w razie jednoczesnego zadziałania kilku grupowych przekaźników liniowych zostanie uruchomiony tylko jeden przekaźnik rozdzielnika.

Działający przekaźnik rozdzielnika, np. *sl*, przedłuża przewód *a* łącza abonenta wywołującego do jednego z jednostkowych przekaźników liniowych: *1r, 2r,...6r*, znajdujących się w cechowniku.

W ten sposób zostaje rozpoznane (zidentyfikowane) łącze abonenta wywołującego:

— grupowy przekaźnik liniowy (*mn*/*mq*) określa grupę 6 złączy abonenckich;

— indywidualny przekaźnik liniowy (*1r*/*6r*) określa łącze abonenta wywołującego w danej grupie 6 łączy.

Tymczasem w wolnych zespołach połączeniowych zostają wzbudzone przekaźniki *pc*.

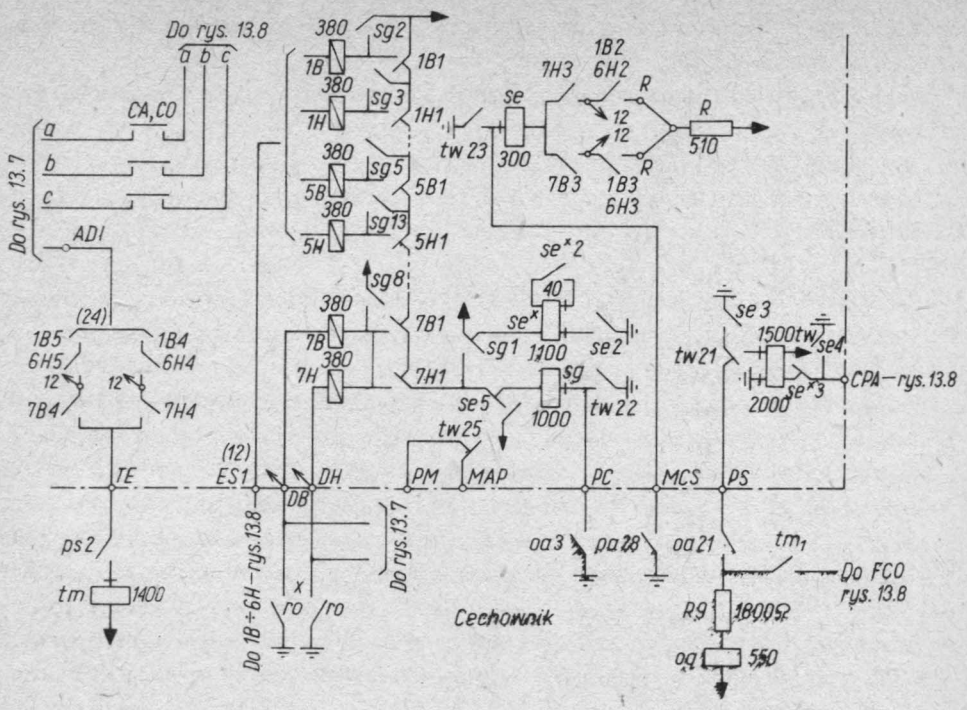
Wolny zespół połączeniowy odznacza się tym, że elektromagnesy szukacza *CA* i wybieraka *CO* są nieczynne i ich zestyki czołowe zamknięte; również przełącznik blokujący jest w stanie spoczynku.

Przekaźnik *pc* zamyka obwód (rys. 13.10) (przewód *CPA*), w którym się sam podtrzymuje, oraz dzięki któremu przekaźnik *tw* przyciąga; przekaźnik *ma* nie działa, gdyż prąd płynący przez jego zwojnicę jest zbyt mały. Podtrzymuje się przekaźnik *pc* tylko w tym zespole połączeniowym, który został wyznaczony do pracy.

Po zadziałaniu przekaźnika *tw*, należącego do wyposażenia sterującego wybieraka, zostaje zamknięty obwód kontroli stanu drążków sterujących wybieraka.

Jeśli wszystkie drążki sterujące są w stanie spoczynku, zostaje wzbudzony przekaźnik *sg* i dołącza minus baterii do zwojnic elektromagnesów drążkowych.

Obwody działania elektromagnesów drążkowych będziemy rozpatrywali posługując się rys. 13.9. Jak wynika z rys. 13.9, łącza abonenckie są przyłączone do wyjść (zespołów sprężyn) mostków, wyznaczanych przez elektromagnesy drążków sterujących *1B, 1H, 2B...5H, 6B* i *6H*. Każdy z elektromagnesów, ustawiając drążek w położeniu pracy, wyznacza dwa łącza: parzyste i nieparzyste. Dostęp (od strony



Rys. 13.10. Wyposażenie sterujące wybieraka bloku komutacyjnego łącznicy 5B

wejścia mostka) do łączy parzystych zapewnia elektromagnes drążka podziałowego *7H*, a do łączy nieparzystych — elektromagnes drążka podziałowego *7B*.

Jak już wiemy, łącza abonenckie, przyłączone do przykładowej łącznicy, dzielą się na cztery grupy:

— grupa pierwsza: łącza nr 20, 24, 28, 32, 36 i 40
— grupa druga: łącza nr 21, 25, 29, 33, 37 i 41
— grupa trzecia: łącza nr 22, 26, 30, 34, 38 i 42
— grupa czwarta: łącza nr 23, 27, 31, 35, 39, i 43.

Po wywołaniu łącznicy przez abonenta grupy pierwszej lub trzeciej zostaje wzbudzony elektromagnes drążkowy podziałowy *7H*, a po wywołaniu przez abonenta grupy drugiej lub czwartej — elektromagnes drążkowy podziałowy *7B*.

W zależności od działającego jednostkowego przekaźnika liniowego (*1r*/*6r*) oraz działającego przekaźnika rozdzielnika pierwszeństwa (*sl*, sl^x, *sm*, sm^x) tworzy się obwód dla odpowiedniego elektromagnesu drążkowego wyznaczającego. Przekaźniki *1r*, *2r*,...*6r* zamykają obwody odpowiednio dla par elektromagnesów drążkowych *1B*...*1H*, *2B*...*2H*, ...*6B*...*6H*, przy czym elektromagnesy *1B*, *2B*, ...*6B* działają wówczas, gdy wywołanie nadeszło z grupy pierwszej lub drugiej (wzbudzony przekaźnik *sl* lub sl^x), a elektromagnesy *1H*, *2H*, ... *6H*, gdy wywołanie nadeszło z grupy trzeciej lub czwartej (wzbudzony przekaźnik *sm* lub sm^x).

Po zadziałaniu elektromagnesów drążkowych (podziałowego *7B* lub *7H* oraz

jednego z elektromagnesów wyznaczających *1B, 1H, ...6H*) zostaje wyznaczone wyjście mostka, do którego jest dołączone łącze *AbA*.

Po przyciągnięciu kotwic elektromagnesy drążkowe przełączają zestyki czołowe, wskutek czego zapewniają sobie obwody podtrzymania niezależne od zestyków przekaźnika *sg*, a także zamykają obwód dla przkaźnika *se*.

Przyciągnięcie przekaźnika *se* oznacza, że elektromagnesy drążkowe zostały uruchomione.

Po przyciągnięciu przekaźnika *se* obwód przekaźnika *sg* zostaje przerwany i przekaźnik ten zwalnia. Wskutek tego działa przekaźnik pomocniczy se^x. Przekaźnik *se* przyłącza plus baterii do piórka *CPA*, wskutek czego zwiększa się prąd w obwodzie przekaźnika *pc* i przekaźnika *ma*; ten ostatni zostaje wzbudzony. Przekaźnik *tw* pozostaje nadal czynny, a przekaźnik *ma* zamyka obwód przekaźnika *mg*, który przygótowuje obwód impulsowania przekaźników zliczających.

Zestyk *mg2* przyłącza plus baterii do przekaźnika *2f*, który zostaje wzbudzony i zamyka obwód przekaźnika *1f*, który również zostaje wzbudzony.

Od plusa z tego samego zestyku *mg2* działa elektromagnes szukacza liniowego *CA*.

Elektromagnes mostkowy *CA*, działając, dokonuje zamknięcia, wyznaczonych przez elektromagnes drążkowy, zestyków pola i łącze abonenta wywołującego zostaje przedłużone do zespołu połączeniowego. Zestyk czołowy *CA2* przerywa obwód przekaźników *pc* i *ma*. Przekaźnik *pc* zwalnia, natomiast przekaźnik *ma* podtrzymuje się w pętli łącza *AbA*.

Jednocześnie od plusa z zestyku *mg21* zostaje wzbudzony przekaźnik próbny *cw* szukacza liniowego i przekaźnik odłączny *ms AbA*.

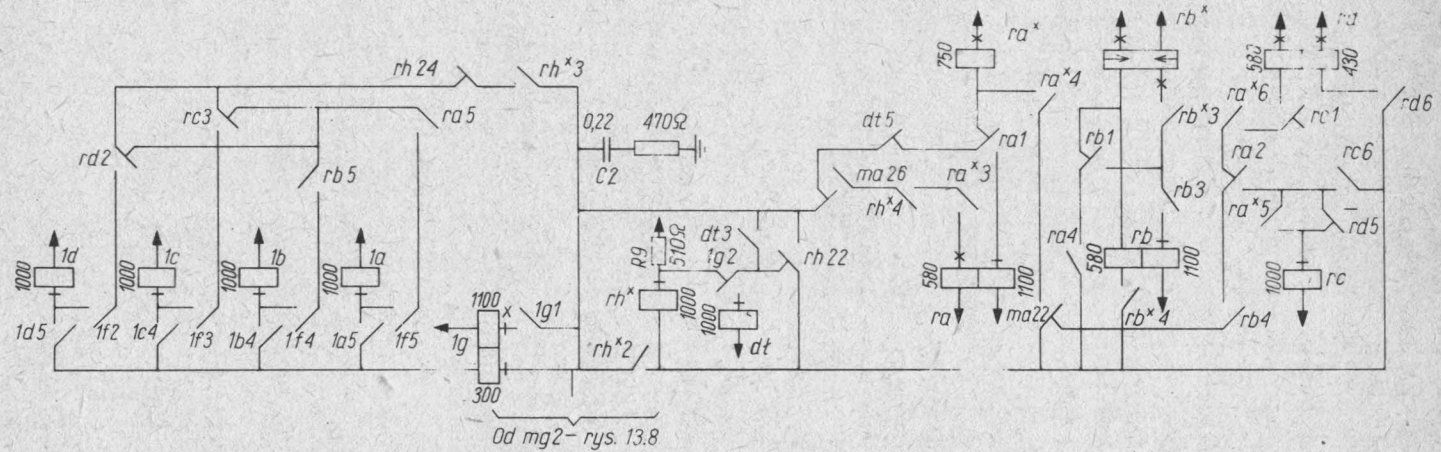
Uruchomiony przekaźnik *cw* zmienia obwód trzymania elektromagnesu szukacza liniowego *CA* w ten sposób, że wówczas będą pracować obie jego zwojnice, połączone szeregowo. Dzięki temu zmniejsza się moc pobierana przez ten elektromagnes.

Działający przekaźnik *ms* odłącza grupowy i jednostkowy przekaźnik liniowy od łącza *AbA*. Przekaźniki te zwalniają. Wskutek tego zostają przerwane obwody przekaźnika startowego *ta* i przekaźników rozdzielnika pierwszeństwa; przekaźniki te również zwalniają. Powoduje to zwolnienie elektromagnesów drążkowych, które przerywają obwód działania przekaźnika *se*, a ten przekaźnika *tw* i se^x. Wyposażenie sterujące wybieraka wróciło do stanu spoczynku.

Łącze *AbA* jest dołączone do zwojnic przekaźnika impulsującego *ma*. W zespole połączeniowym działają przekaźniki: *mg, 1f, 2f*, i *cw*. Do abonenta wywołującego jest wysyłany sygnał zgłoszenia. Źródło sygnału zgłoszenia (generator) jest dołączone do zacisku *ST;* drugi biegun źródła jest uziemiony. Prąd sygnału zgłoszenia przepływa przez środkową (sygnałową) zwojnicę przekaźnika *mc*.

13.3.3. Odbiór numeru AbB

Po odbiorze sygnału zgłoszenia centrali *AbA* wybiera numer *AbB*. W czasie każdej przerwy pętli łącza abonenckiego zwalnia przekaźnik impulsujący *ma*, którego zestyk zwiera zwojnicę przekaźnika kontrolnego *mg*, zamykając jednocześnie obwód zwojni-

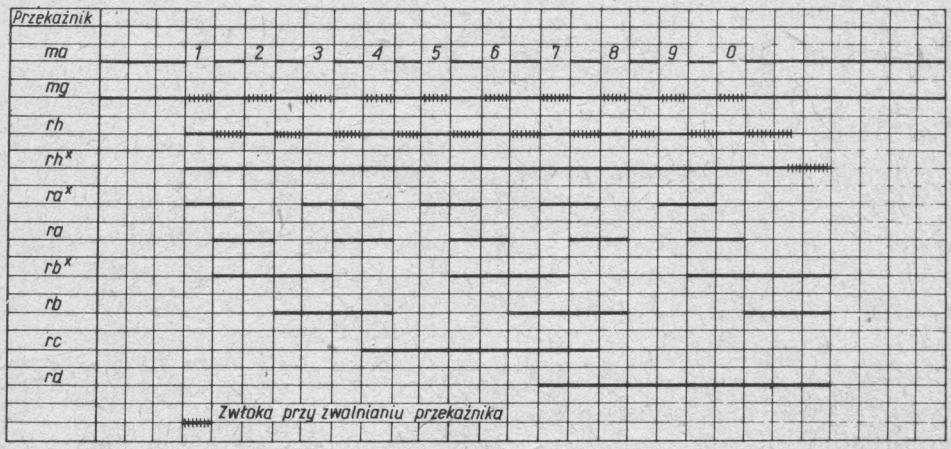


Rys. 13.11. Układ zliczający i magazynujący zespołu połączeniowego *CCL* łącznicy 5B (zmodyfikowany)

cy przekaźnika seryjnego *rh*. Po zadziałaniu przekaźnika *rh* zamyka się obwód dla przekaźnika rh^x oraz przekaźnika zliczającego ra^x (rys. 13.11). Przekaźnik *mg* nie zwalnia, gdyż zapobiega temu dodatkowy strumień wytworzony przez jego zwartą zwojnicę.

Po zamknięciu pętli abonenckiej przekaźnik impulsujący *ma* przyciąga i rozwiera zwojnicę przekaźnika *mg*, a zwiera zwojnicę przekaźnika *rh*. Obydwa przekaźniki pozostają czynne. Czynny przekaźnik rh^x odłącza źródło sygnału zgłoszenia od zwojnicy przekaźnika *mc*. W układzie przekaźników zliczających zostają wzbudzone przekaźniki *ra* oraz rb^x. Odebraniu cyfry „1" odpowiada zatem zadziałanie przekaźników ra^x, *ra* i rb^x układu zliczającego.

Przebieg odbioru dalszych impulsów wybierczych serii pokazano na diagramie przyczynowo-czasowym (rys. 13.12), a stan układu przekaźników zliczających oraz magazynu pierwszej cyfry w tab. 13.1.



Rys. 13.12. Wykres przyczynowo-czasowy działania układu zliczającego łącznicy 5B

Tabela 13.1

Przebieg rejestracji i magazynowania impulsów wybierczych przez układ zliczający łącznicy 5B

Impuls	Układ zliczający						Magazyn 1. cyfry			
	ra^x	*ra*	rb^x	*rb*	*rc*	*rd*	*1a*	*1b*	*1c*	*1d*
1	+	+	+				+			
2			+	+	+			+	+	
3	+	+		+			+	+		
4					+				+	
5	+	+	+		+		+	+	+	
6			+	+	+			+	+	
7	+	+		+	+	+			+	+
8						+				+
9	+	+	+			+	+	+		+
0			+	+		+		+		+

Po skończeniu serii impulsów zwalnia przekaźnik seryjny *rh* i zwiera przekaźnik rh^x, który zwalnia z opóźnieniem.

W czasie opóźnionego zwalniania przekaźnika rh^x powstają obwody działania przekaźników magazynu. Stosownie do liczby impulsów odebranych przez układ przekaźników zliczających działają odpowiednie przekaźniki magazynu (tab. 13.1).

Po zwolnieniu przekaźnika rh^x czynne przekaźniki układu zliczającego zwalniają, natomiast przekaźniki magazynu podtrzymują się. Zostaje wzbudzony przekaźnik *1g*, który przerywa obwód przekaźnika *1f*.

Druga seria impulsów jest odbierana analogicznie, jak seria pierwsza. Po odebraniu tej serii impulsów działa przekaźnik *dt* i druga cyfra numeru *AbB* zostaje zmagazynowana w układzie przekaźników liczących. Przekaźnik *rh* z opóźnieniem zwalnia, natomiast przekaźnik rh^x podtrzymuje się.

13.3.4. Zajęcie cechownika przez zespół połączeniowy

Po odebraniu drugiej cyfry numeru *AbB* przez układ zliczający zwalnia przekaźnik *2f* i zamyka obwód zajęcia cechownika przez zespół połączeniowy.

Obwód zajęcia cechownika powstanie tylko wówczas, gdy cechownik jest wolny (nieczynny jest wtedy przekaźnik *oa*), gdy w żadnym z zespołów połączeniowych nie działa przekaźnik *pq* i gdy w wyposażeniu sterującym wybieraka nie działa przekaźnik *tw*. Dzięki zamknięciu tego obwodu zostaje wzbudzony przekaźnik *pq*, a w cechowniku — przekaźnik *ps*.

Przekaźnik *pq* zamyka obwód podtrzymania, niezależny od innych zespołów połączeniowych i wyposażenia wybieraka.

Działający przekaźnik *ps* odłącza plus od piórka *TD* i czyni cechownik niedostępnym dla połączeń wychodzących. Przekaźnik *pq* przerywa obwód zajęcia cechownika i uniemożliwia dostęp do niego innym zespołom połączeniowym. W cechowniku zostaje wzbudzony przekaźnik *oa*.

13.3.5. Uruchomienie elektromagnesów drążkowych

Przekaźnik *oa* zamyka obwód przekaźnika *sg* w wyposażeniu wybieraka, który sprawdza stan drążków sterujących, podobnie jak to miało miejsce w czasie ustawiania szukacza liniowego i przygotowuje obwody przyciągania elektromagnesów drążkowych.

Działający w zespole połączeniowym przekaźnik *pq*, przyłącza zestyki przekaźników magazynu oraz przekaźników układu zliczającego do cechownika, wskutek czego dokonuje się przekazanie numeru *AbB*.

Numer *AbB* składa się — jak wiemy — z dwóch cyfr: cyfry dziesiątek, która jest zmagazynowana w magazynie i cyfry jednostek, która jest zmagazynowana w układzie przekaźników zliczających.

Zestyki układu zliczającego zostają, po zadziałaniu przekaźnika *pq*, dołączone do

dwóch układów przekaźnikowych: układu złożonego z przekaźników *ro* i ro^x oraz układu złożonego z przekaźników *3j*, *3k*, *3l*, *3m* i *3n*.

Pierwszy układ służy do odróżnienia cyfr parzystych (2, 4, 6, 8 i 0) od nieparzystych (1, 3, 5, 7 i 9), a drugi — par cyfr (0 i 1, 2 i 3, 4 i 5 itd.). Jeżeli cyfra jednostek jest cyfrą parzystą, działa przekaźnik *ro*, jeśli nieparzystą — ro^x. W przypadku cyfr 0 i 1 zostaje wzbudzony przekaźnik *3j*, 2 i 3 — *3k* 4 i 5 — *3l*, 6 i 7 — *3m* oraz 8 i 9 — *3n*.

Przekaźnik ro^x zamyka obwód elektromagnesu drążkowego *7B*, natomiast przekaźnik *ro* — obwód elektromagnesu drążkowego *7H*.

Obwody działania elektromagnesów drążkowych wyznaczających (*1B*, *1H*, ... *6B*, *6H*) zamykają się odpowiednio przez zestyki przekaźników magazynu oraz połączone z nimi szeregowo zestyki przekaźników *3j*...*3n*.

Jeżeli *AbA* wybrał np. numer 27, to działa elektromagnes *7B* (czynny przekaźnik ro^x) i elektromagnes *2H*, a w przypadku np. numeru 38 zostaje wzbudzony elektromagnes *7H* (czynny przekaźnik *ro*) i elektromagnes *5H*.

W ten sposób, stosownie do wybranego numeru, w wybieraku krzyżowym działają odpowiednie elektromagnesy drążkowe (podziałowy i wyznaczający) i określają łącze abonenta żądanego (patrz rys. 13.9).

13.3.6. Sprawdzenie zajętości łącza AbB

Po uruchomieniu elektromagnesów drążkowych wybieraka zamyka się obwód działania przekaźnika *se*.

Zestyk przekaźnika *se* zamyka obwód przyciągania przekaźnika *oq*, a zestyki czołowe uruchomionych elektromagnesów drążkowych — obwód przyciągania przekaźnika *tm* cechownika.

Obwód działania przekaźnika *tm* jest zamknięty przez zestyki czołowe tych elektromagnesów drążkowych, które działając, określają łącze *AbB*. Obwód ten zamyka się wówczas, gdy przekaźnik odłączny *ms AbB* jest nieczynny. Zamyka się on nieco wcześniej od obwodu działania przekaźnika *oq* (przed zadziałaniem przekaźnika *se*); ponadto przekaźnik *oq* zostaje wzbudzony z opóźnieniem.

Jeżeli łącze *AbB* jest wolne, to najpierw zostaje wzbudzony przekaźnik *tm*, a po nim — *oq*.

Jeżeli natomiast *AbB* jest zajęty (zestyk *ms2* otwarty), to działa tylko przekaźnik *oq*.

13.3.7. Łącze AbB wolne – uruchomienie elektromagnesu wybieraka liniowego i wywołanie abonenta

Przekaźnik *tm* zamyka obwód przyciągania elektromagnesu wybieraka liniowego *CO*.

Elektromagnes mostkowy *CO* zamyka zestyki wyjścia wybieraka liniowego, do którego jest dołączone łącze *AbB*. Łącze to zostaje dołączone w ten sposób do zespołu

połączeniowego. Elektromagnes mostkowy *CO*, przyciągnąwszy kotwicę, zapewnia sobie obwód podtrzymania niezależny od cechownika.

Wskutek przyłączenia łącza *AbB* do zespołu połączeniowego zamyka się obwód przyciągania przekaźnika próbnego *tt* i przekaźnika odłącznego *ms* abonenta *AbB*. W obwodzie tym zostają wzbudzone obydwa przekaźniki. Przekaźnik *ms* odłącza od przewodów *a* i *b* łącza abonenckiego wyposażenie w postaci grupowego lub indywidualnego przekaźnika liniowego, a przekaźnik *tt* przerywa obwód przekaźników *pq* i *ps* oraz przyłącza łącze *AbB* do układu wysyłania sygnału wywołania.

Przerwanie obwodu działania przekaźników *pq* i *ps* powoduje zwolnienie tych przekaźników i w konsekwencji odłączenie cechownika od zespołu połączeniowego. W cechowniku zwalniają przekaźniki *oa*, *ro* względnie ro^x, *3j...3n*, *tm* i *oq*. W wyposażeniu wybieraka zwalniają elektromagnesy drążkowe oraz przekaźniki *sg* i *se*. Czynny przekaźnik odłączny *ms AbB* odłącza plus od przewodu próbnego i cechuje w ten sposób łącze abonenta jako zajęte.

W obwodzie dzwonienia znajdują się połączone szeregowo z sobą źródła prądu stałego (48 V) i prądu przemiennego (o napięciu ok. 70 V i częstotliwości 50 Hz). Prąd przemienny uruchamia dzwonek w aparacie *AbB*, natomiast przekaźnik dzwonienia *aa*, dzięki opóźnieniu na przyciąganie, nie reaguje na wzbudzanie prądem przemiennym. W chwili zgłoszenia się *AbB* przekaźnik *aa* wzbudzony, podtrzymuje się i przerywa wysyłanie prądu dzwonienia.

Jednocześnie z wysyłaniem sygnału wywołania do *AbB* jest wysyłany zwrotny sygnał wywołania do *AbA*.

13.3.8. Zgłoszenie się AbB – rozmowa

Gdy *AbB* zgłosi się jego łącze zostaje dołączone do zwojnic przekaźnika *mc* oraz (przez kondensatory *cd1* i *cd3*) do łącza *AbA*.

Pierwszy z wymienionych obwodów zapewnia zasilanie mikrofonu aparatu *AbB*. Drugi obwód jest to obwód rozmówny.

W czasie rozmowy mikrofon *AbA* jest zasilany przez zwojnice przekaźnika *ma*, a mikrofon *AbB* — przez zwojnice przekaźnika *mc*. Obwody zasilania mikrofonów abonentów są rozdzielone kondensatorami *cd1* i *cd3* o znacznej pojemności. Jest to zasilanie rozdzielone.

Po zadziałaniu przekaźnika *mc* zmienia się kierunek przepływu prądu w łączu *AbA* oraz działa przekaźnik *df*, który następnie podtrzymuje się.

13.3.9. Rozłączenie

Rozłączenie następuje, gdy obaj abonenci odłożą mikrotelefony na widełki.

Po odłożeniu mikrotelefonu przez *AbA* zwalnia przekaźnik *ma* i zamyka obwód przekaźnika *rh*. Przekaźnik *rh* zostaje wzbudzony. Zestyk zwierny *ma21* zwiera zwojnicę przekaźnika *mg*, który z opóźnieniem zwalnia. Po zwolnieniu przekaźnika *mg*

zwalnia, również z opóźnieniem, przekaźnik *rh* oraz przekaźnik *cw* i przekaźnik *ms* abonenta wywołującego, a także elektromagnes szukacza liniowego *CA*. Łącze *AbA* zostało odłączone od zespołu połączeniowego.

Abonent żądany, jeżeli nie odłożył mikrotelefonu, otrzymuje sygnał zajętości, dołączony do zwojnicy sygnałowej przekaźnika *mc*. Po odłożeniu mikrotelefonu przez *AbB* zwalnia przekaźnik *mc*, a po nim przekaźnik *df* i *aa*, elektromagnes wybieraka liniowego *CO* i przekaźnik *tt*.

Po zwolnieniu elektromagnesów *CA* i *CO* oraz przekaźnika *aa* na przewodzie próbnym *DIA* pojawia się minus (przez zwojnicę 1400 Ω przekaźnika *pc*); zespół połączeniowy jest wolny.

Jeżeli pierwszy odłoży mikrotelefon *AbB*, to zwalnia przekaźnik *mc* i przerywa obwód elektromagnesu wybieraka liniowego *CO*, który zwalnia. Następnie zwalnia przekaźnik *tt* i przekaźnik *ms*. Łącze *AbB* zostaje odłączone od zespołu połączeniowego. *AbA* otrzymuje sygnał zajętości, dołączony do zwojnicy sygnałowej przekaźnika *mc*.

Po odłożeniu mikrotelefonu przez *AbA* zwalniają pozostałe przekaźniki i elektromagnes szukacza liniowego *CA*. Zespół połączeniowy wraca do stanu spoczynku; na przewodzie próbnym *DIA* pojawia się minus.

13.3.10. Łącze AbB zajęte

W czasie dokonywania próby zajętego łącza *AbB* nie zostaje wzbudzony przekaźnik *tm*, działa natomiast przekaźnik *oq*, który zamyka obwód dla przekaźnika *aa* zespołu połączeniowego.

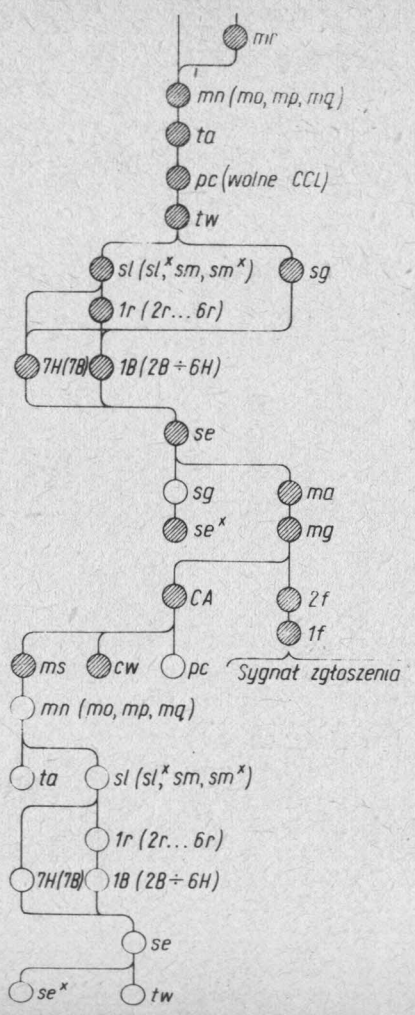
Przekaźnik *aa* zostaje wzbudzony i zapewnia sobie podtrzymanie oraz przerywa obwód przekaźnika *pq* i przekaźnika *ps*. Następuje odłączenie cechownika od zespołu połączeniowego.

Przekaźnik *aa* dołącza sygnał zajętości do zwojnicy sygnałowej przekaźnika *mc*. *AbA* odkłada mikrotelefon na widełki, wskutek czego zwalnia przekaźnik *ma* i następuje rozłączenie zespołu połączeniowego.

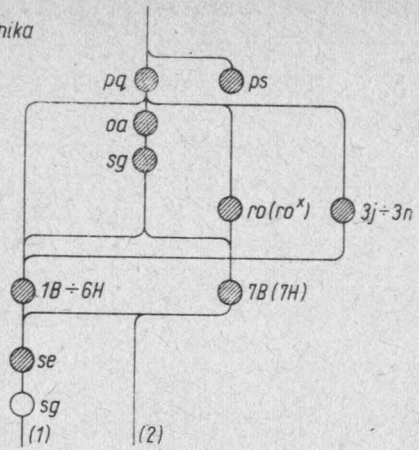
13.3.11. Funktogram przebiegu połączenia wewnętrznego łącznicy typu 5B

Przebieg połączenia wewnętrznego, opisany wcześniej, przedstawiono dodatkowo na funktogramie (rys. 13.13).

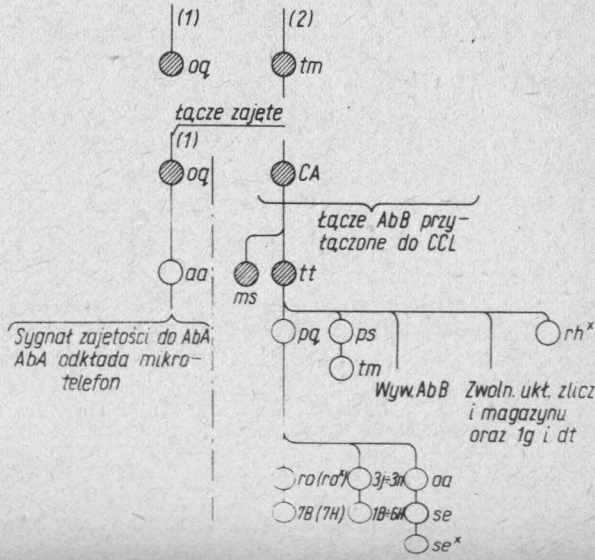
1. Wywołanie centrali przez AbA

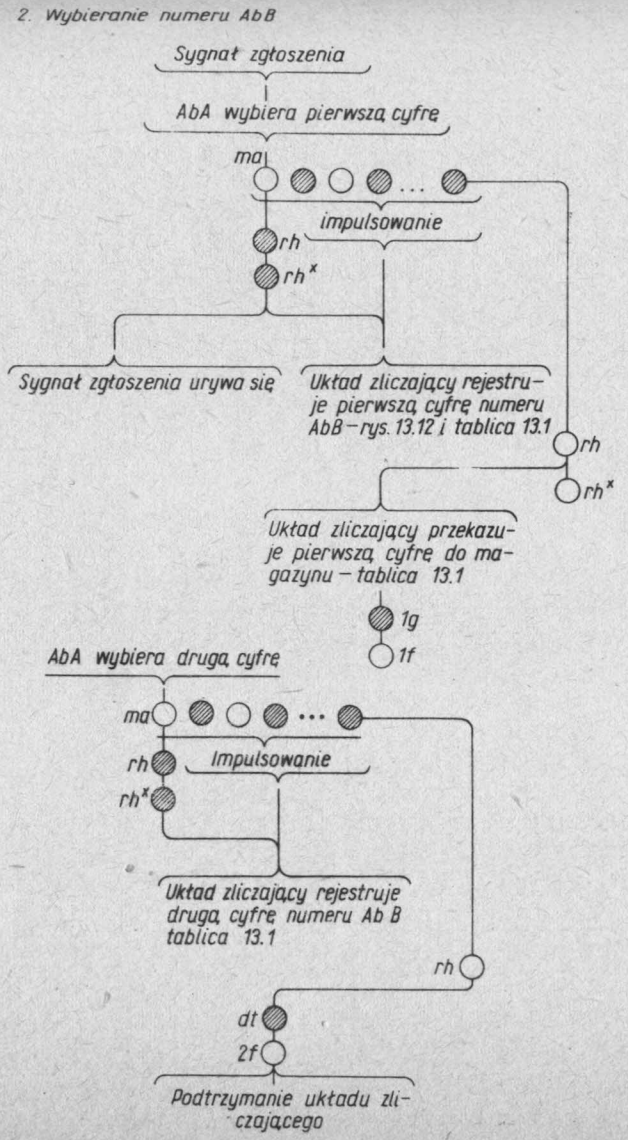


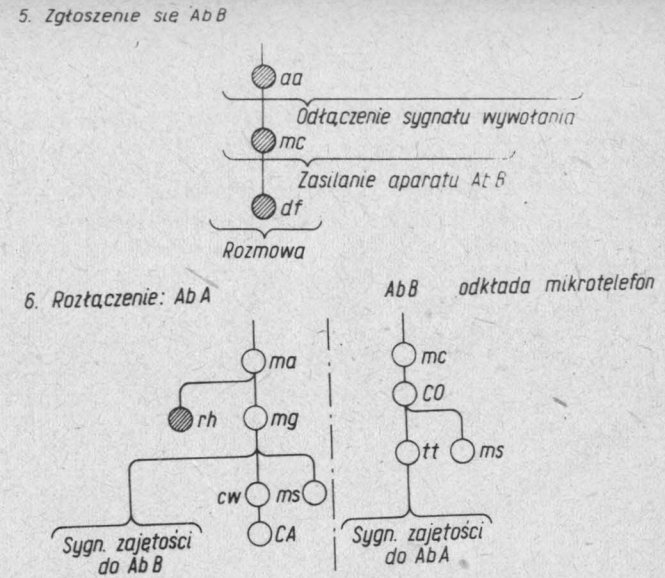
3. Zajęcie cechownika



4. Próba łącza AbB : łącze wolne – wywołanie





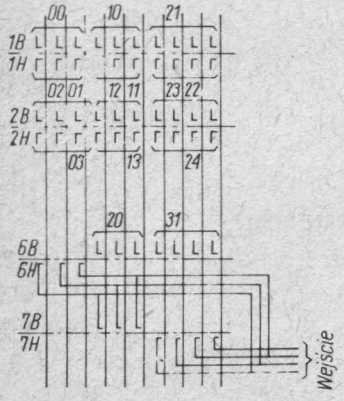


Rys. 13.13. Funktogram przebiegu połączenia wewnętrznego łącznicy 5B

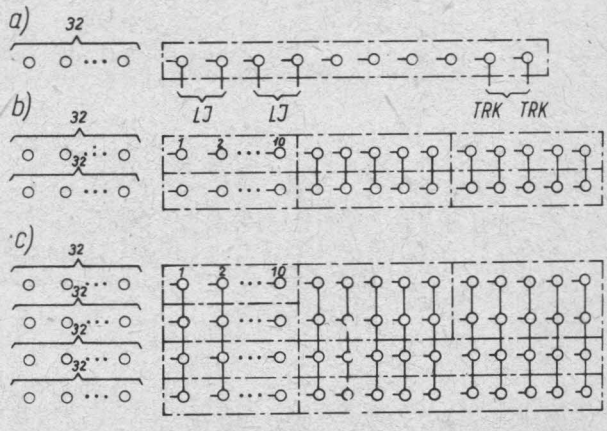
13.4. Automatyczne łącznice wiejskie systemu Pentaconta 32

13.4.1. Wiadomości ogólne o łącznicach wiejskich typu PC 32

Podobnie jak łącznice abonenckie, łącznice wiejskie systemu Pentaconta są budowane z takich samych elementów komutacyjnych, jak łącznice miejskie, z tym , że stosowane są wybieraki krzyżowe o 7 drążkach sterujących i 10 mostkach (rys. 13.14). Dzięki wykorzystaniu ostatniego i częściowo przedostatniego drążka sterującego do podziału pola uzyskano 32 wyjścia, w tym 21 wyjść trójprzewodowych, do których dołącza się łącza abonenckie i 12 wyjść czteroprzewodowych, do których dołącza się łącza abonenckie albo międzycentralowe.



Rys. 13.14. Pole mostka wybieraka krzyżowego Pentaconta o 32 wyjściach



Rys. 13.15. Bloki komutacyjne jednosekcyjne łącznicy PC-32

Z 32-wyjściowych mostków buduje się szereg bloków komutacyjnch jednosekcyjnch o pojemności 32, 64 i 128 wyjść (rys. 13.15), stosując zasadę równoległego łączenia mostków.

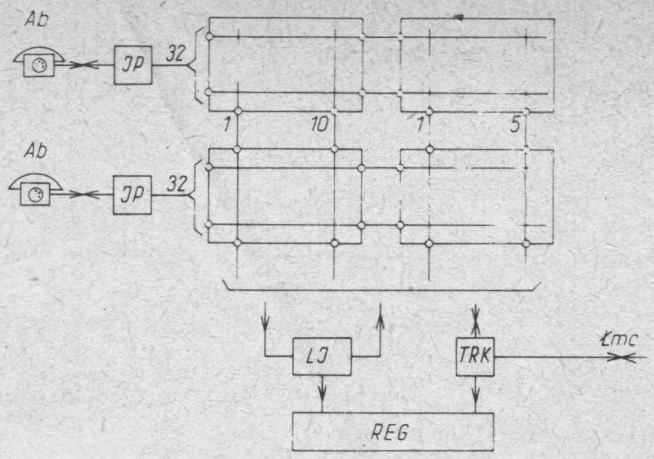
Do budowy łącznic wiejskich typu PC 32 o większych pojemnościach stosuje się bardziej złożone bloki dwusekcyjne.

13.4.2. Łącznica wiejska typu PC 32

Schemat ogólny łącznicy wiejskiej o pojemności 64 NN przedstawiono na rys. 13.16.

Blok komutacyjny jest zbudowany, jak podano wcześniej, z grup wybieraków o wielokrociu liczącym 32 wyjścia. Rozbudowa łącznicy do pojemności 128 NN polega na dodaniu jeszcze dwóch takich grup.

Do pola wielokrotnego grup wybieraków są dołączone łącza abonenckie, a do mostków — zespoły połączeniowe lokalne *LJ* oraz zespoły dwukierunkowe *TRK*, stanowiące wyposażenie dwukierunkowych łączy międzycentralowych (prądu stałego



Rys. 13.16. Układ zasadniczy łącznicy wiejskiej PC-32

JP — zespół liniowy łącza abonenckiego (wyposażenie abonenckie), *LJ* — zespół połączeniowy lokalny, *TRK* — zespół liniowy łącza międzycentralowego (dwukierunkowy), *REG* — rejestr

lub przemiennego) łączących z nadrzędną centralą wiejską lub miejską. Łącznica jest wyposażona w zespoły sterujące — rejestry *REG*.

Po wywołaniu centrali przez *AbA* jego łącze zostaje połączone, poprzez blok komutacyjny, z wolnym zespołem *TRK*, do którego zostaje przyłączony wolny rejestr *REG*. *AbA* otrzymuje sygnał zgłoszenia z centrali nadrzędnej, po czym wybiera numer *AbB*.

Numer *AbB* jest przekazywany za pośrednictwem zespołu *TRK* do centrali nadrzędnej i jednocześnie odbierany przez rejestr *REG*, który dokonuje jego analizy w celu stwierdzenia, czy połączenie jest skierowane do centrali zewnętrznej, czy do własnej. Rozróżnienia dokonuje się na podstawie kilku pierwszych cyfr numeru *AbB*.

Jeżeli połączenie jest skierowane do centrali nadrzędnej lub innej centrali zewnętrznej, osiąganej za pośrednictwem centrali nadrzędnej, to rejestr *REG* zostaje zwolniony i nie bierze udziału w zestawieniu połączenia. Połączenie to jest wówczas zestawiane pod kontrolą organów sterujących centrali nadrzędnej.

Jeżeli jednak połączenie jest skierowane do własnej centrali, łącze *AbA* zostaje przyłączone do wolnego zespołu połączeniowego *LJ*, a zespół *TRK* i łącze międzycentralowe — zwolnione. Po odebraniu przez rejestr pełnego numeru *AbB* jego łącze zostaje przyłączone do zespołu *LJ*, po czym następuje wywołanie abonenta i rozmowa. Jeżeli łącze *AbB* jest zajęte, zestawiona droga połączeniowa zostaje zwolniona, zaś *AbA* otrzymuje sygnał zajętości z wyposażenia liniowego swojego łącza.

W przypadku, kiedy nie ma wolnych łączy międzycentralowych do centrali nadrzędnej, łącze *AbA* po wywołaniu centrali zostaje przyłączone do rejestru *REG* za pośrednictwem zespołu *LJ*. Sygnał zgłoszenia centrali *AbA* otrzymuje z rejestru *REG*, który odbiera numer *AbB*.

Po stwierdzeniu przez rejestr *REG*, że *AbA* pragnie uzyskać połączenie lokalne, jest ono zestawiane za pomocą zespołu *LJ*. Jeśli natomiast okaże się, że połączenie jest

skierowane na zewnątrz, następuje rozłączenie, zaś *AbA* otrzymuje sygnał zajętości z wyposażenia liniowego swojego łącza.

Połączenia przychodzące są zestawiane za pomocą rejestru *REG*, który przyłącza się do zespołu *TRK* łącza międzycentralowego, po którym nadeszło wywołanie od centrali nadrzędnej. Rejestr *REG* odbiera ostatnie cyfry numeru łącza *AbB*, po czym następuje zestawienie drogi połączeniowej, wywołanie *AbB* i rozmowa.

14. Automatyczna telefoniczna łącznica miejska systemu Pentaconta 1000 C

14.1. Wiadomości ogólne

Łącznica Pentaconta 1000 C jest to łącznica elektromechaniczna o scentralizowanym sterowaniu rejestrowo-cechownikowym. Stopnie komutacyjne łącznicy są utworzone z bloków, zbudowanych z wybieraków krzyżowych Pentaconta. Droga połączeniowa jest zestawiana pod nadzorem urządzeń sterujących, które odłączają się od niej po wykonaniu swojego zadania. Urządzenia sterujące i zespoły liniowe są zbudowane z przekaźników telefonicznych standardowych Pentaconta. Jako elementy pomocnicze zostały zastosowane przekaźniki pięciokrotne i wielokrotne, przekaźniki z zestykiem zwilżanym rtęcią oraz rezystory, kondensatory, warystory, diody, tranzystory itp.

Łącznice PC 1000 C mogą stanowić wyposażenie central miejskich głównych, okręgowych, tandemowych oraz satelitowych występujących w układach wielocentralowych stref numeracyjnych.

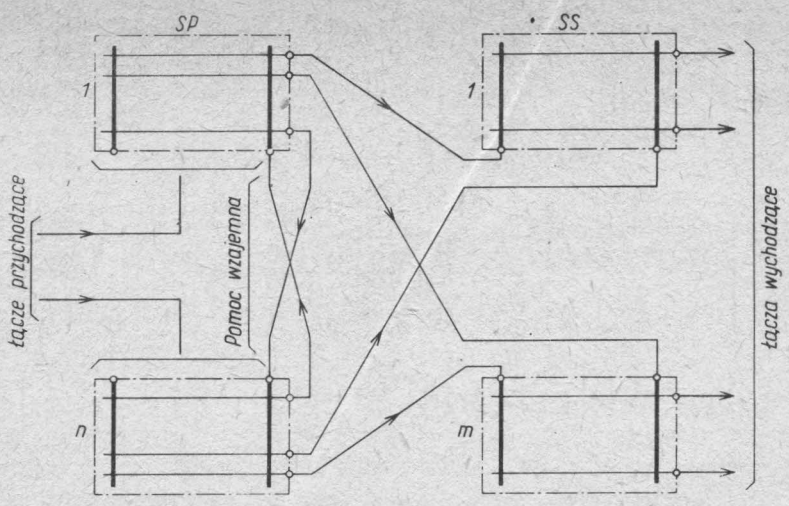
Napięcie zasilania wynosi 48 ± 10 %, przy czym biegun dodatni źródła zasilania jest uziemiony. Do zaliczania połączeń oraz sygnalizacji stosuje się baterię licznikową o napięciu +48 V (biegun ujemny uziemiony). Źródłem prądu dzwonienia o napięciu 80 V i częstotliwości 25 albo 50 Hz oraz sygnałów informacyjnych o częstotliwości 400 Hz są przetwornice tranzystorowe albo wirujące.

Łącznice PC 1000 C są produkowane od 1974 r. przez **Zakłady Wytwórcze Urządzeń Telefonicznych** (ZWUT) i stanowią podstawowy środek modernizacji polskiej sieci telefonicznej obok łącznic elektronicznych E-10 produkcji Wielkopolskich Zakładów Teletechnicznych.

14.2. Zasada budowy bloków komutacyjnych łącznicy Pentaconta 1000 C

Bloki komutacyjne, tworzące sieć dróg połączeniowych łącznicy Pentaconta 1000 C, są zbudowane w układzie dwusekcyjnym.

Układ dwusekcyjny (rys. 14.1) jest to układ komutacyjny, składający się z dwóch sekcji, czyli zespołów łączników, np. mostków wybieraków krzyżowych, połączonych posobnie (szeregowo). Obie sekcje (pierwsza *SP* i druga *SS*) są zbudowane z pewnej liczby grup mostków, które są zwielokrotnione wzdłuż drążków. Grupę może stano-



Rys. 14.1. Zasada budowy dwusekcyjnego bloku komutacyjnego łącznicy PC 1000 C

wić część lub wszystkie mostki jednego wybieraka (ramy) lub mostki kilku wybieraków (ram).

Do wejść mostków *SP* są dołączone łącza przychodzące, a do wyjść mostków *SS* — łącza wychodzące. Połączenia między grupami *SP* i *SS* zapewniają tzw. łącza międzysekcyjne, które z jednej strony są dołączone do wyjść grup *SP*, a z drugiej — do wejść grup *SS*. Rozkład łączy międzysekcyjnych jest taki, że każda grupa *SP* ma połączenie z każdą grupą *SS*, dzięki czemu każde łącze przychodzące może być połączone z każdym łączem wychodzącym.

Blok komutacyjny uczestniczy, jak wiadomo, w zestawieniu odcinka drogi połączeniowej. Dla dokonania tego potrzebny jest mostek *SP*, do wejścia którego jest dołączone wywołujące łącze przychodzące, łącze międzysekcyjne, włączone do pola tego mostka i zakończone mostkiem *SS*, w polu którego znajduje się żądane łącze wychodzące. Połączenie określonego łącza przychodzącego z określonym łączem wychodzącym wymaga uruchomienia odpowiednich elektromagnesów drążkowych wybieraków (ram) w odpowiednich grupach *SP i SS* oraz elektromagnesów odpowiednich mostków w tych grupach. Dokonuje tego wyposażenie sterujące bloku.

Warunkiem dokonania żądanego połączenia jest osiągalność łącza międzysekcyjnego łączącego z grupą *SS*, do pola której jest dołączone żądane łącze wychodzące. Brak wolnego łącza międzysekcyjnego uniemożliwia dokonanie połączenia, wskutek czego powstaje zjawisko pozornej zajętości żądanego łącza, dołączonego do pola sekcji drugiej, zwane **blokadą wewnętrzną.**

Istotną cechą przedstawionego na rys. 14.1. układu komutacyjnego jest obecność w nim tzw. **łączy pomocy wzajemnej**, których zadanie polega na zmniejszeniu blokady wewnętrznej. Łącza pomocy wzajemnej są włączone do części wyjść każdej grupy *SP* i są dołączone do wejść mostków pozostałych grup tej sekcji. W ten sposób każda grupa *SP* ma, dzięki swoim łączom pomocy wzajemnej, dostęp do pozostałych grup tej

sekcji, a za pośrednictwem łączy międzysekcyjnych tych grup — do wszystkich grup *SS*. Gdyby zdarzyło się, że wywołujące łącze przychodzące, dołączone do wejścia mostka określonej grupy *SP* nie będzie mogło być połączone z żądanym łączem wychodzącym za pomocą łącza międzysekcyjnego łączącego obie zainteresowane grupy, to można będzie to połączenie zestawić wykorzystując w tym celu łącze pomocy wzajemnej łączące z jedną z grup *SP* oraz łącze międzysekcyjne łączące tę grupę z grupą *SS*, do pola której jest dołączone żądane łącze wychodzące.

14.3. Układ zasadniczy łącznicy Pentaconta 1000 C

Układ zasadniczy łącznicy Pentaconta 1000 C pokazano na rys. 14.2.

Sieć dróg połączeniowych łącznicy składa się ze stopnia abonenckiego *ESL*, który realizuje proces szukania liniowego, czyli tzw. preselekcji i proces wybierania liniowego, czyli tzw. selekcji liniowej, oraz ze stopnia grupowego realizującego proces wybierania, czyli selekcji grupowej.

Stopień grupowy dzieli się na część obsługującą ruch telefoniczny wewnętrzny i ruch telefoniczny wychodzący do central współpracujących (*ESGD*) oraz część obsługującą ruch przychodzący od central współpracujących (*ESGA*). Stopnie komutacyjne, jak już wspomniano, są zbudowane z bloków.

Blok stopnia liniowego (rys. 14.3) składa się z sekcji pierwszej *SP* i sekcji końcowej *ST*.

Blok jest wyposażony we własne urządzenia sterujące:

— 2 lub 3 cechowniki *ML*, sterujące zestawieniem drogi połączeniowej;
— 2 zespoły przekaźników wspólnych *RC* (1 na 518 łączy abonenckich), które biorą udział w preselekcji;
— 2 zespoły przekaźników cechujących *RM* (1 na 518 łączy abonenckich), które służą do cechowania łączy abonenckich wywołujących (preselekcja) i żądanych (selekcja liniowa).

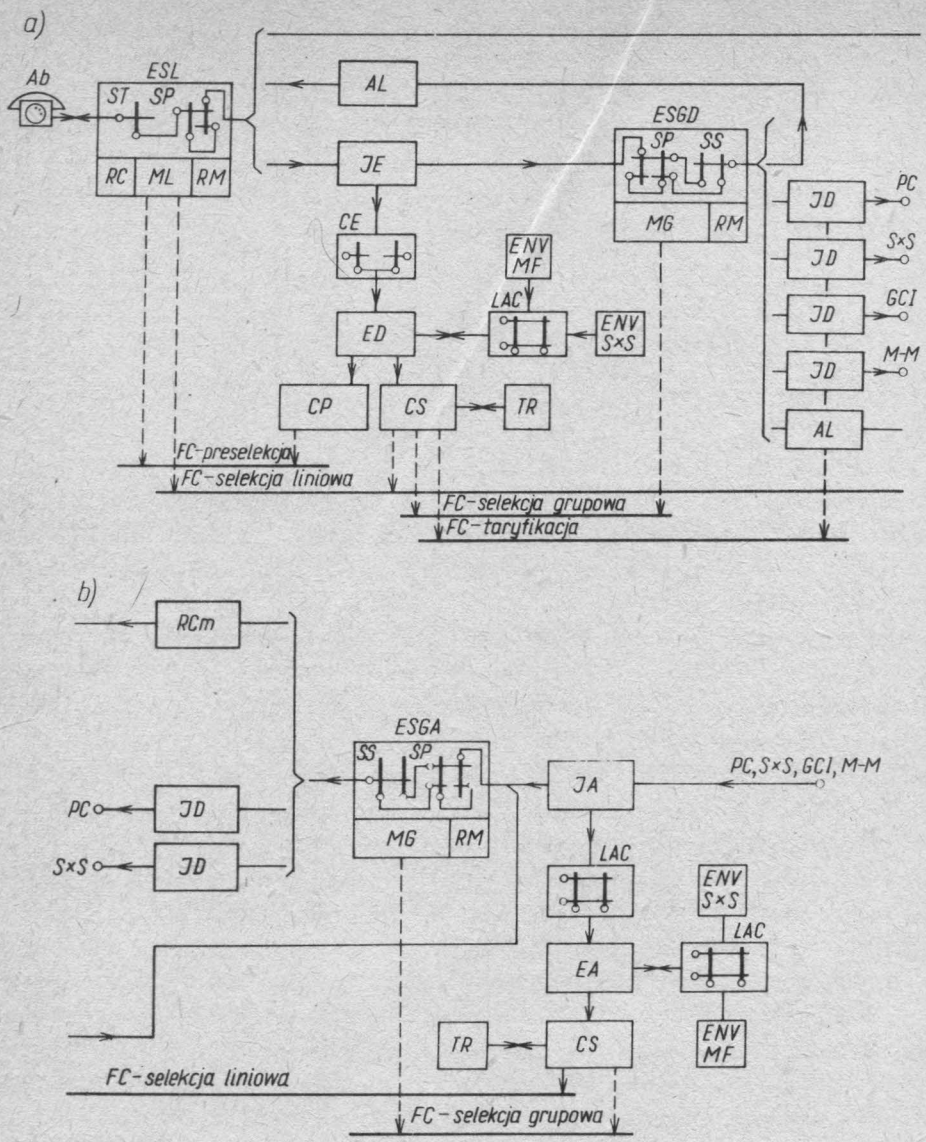
Blok stopnia liniowego jest blokiem dwukierunkowym: obsługuje ruch telefoniczny wychodzący, generowany przez grupę 1036 łączy abonenckich i ruch telefoniczny przychodzący do tej grupy. Mostki sekcji pierwszej, które obsługują ruch wychodzący, nazywają się szukaczami wywołań, a mostki, obsługujące ruch przychodzący — mostkami przedostatnimi. Trzecią grupę stanowią mostki pomocy wzajemnej.

Blok stopnia grupowego (rys. 14.4.) jest również układem dwusekcyjnym, zbudowanym z sekcji pierwszej *SP* i sekcji drugiej *SS*. Część mostków sekcji pierwszej jest wykorzystywana w charakterze mostków pomocy wzajemnej.

Do sterowania blokiem służą:

— 2 cechowniki *MG*, sterujące zestawieniem drogi połączeniowej;
— 1 zespół przekaźników cechujących *RM*, który służy do cechowania łączy wychodzących.

Szukacze wywołań są połączone z mostkami wejściowymi sekcji pierwszej bloku

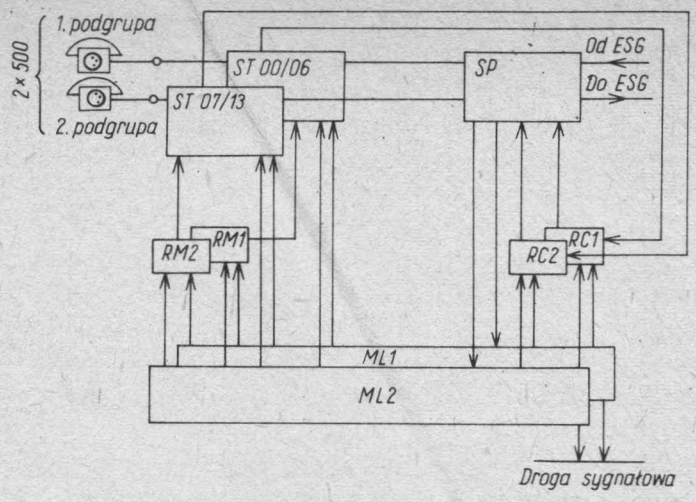


Rys. 14.2. Układ zasadniczy łącznicy PC 1000 C

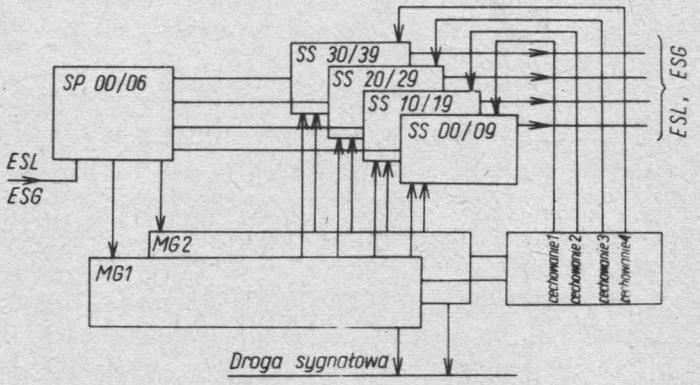
Ab — aparat abonencki, *AL* — zespół połączeniowy lokalny, *CE* — szukacz (dołącznik) rejestrów abonenckich, *CP* — dołącznik (sprzęgacz) preselekcji, *CS* — dołącznik (sprzęgacz) selekcji grupowej i liniowej, *EA* — rejestr przyjściowy, *ED* — rejestr abonencki (wyjściowy), *ENV MF* — nadajnik kodu wieloczęstotliwościowego, *ENV S×S* — nadajnik kodu dziesiętnego, *ESGA* — blok stopnia grupowego przyjściowego, *ESGD* — blok stopnia grupowego wyjściowego, *ESL* — blok stopnia liniowego (abonenckiego), *FC* — droga sygnałowa, *JA* — translacja przyjściowa, *JD* — translacja wyjściowa, *JE* — zwrotnik (zespół) rejestrowy, *LAC* — układ dołączający, *MG* cechownik bloku stopnia grupowego, *ML* — cechownik bloku stopnia liniowego, *RC* — przekaźniki wspólne, *RCm* — przekaźnik odłączny, *RM* — przekaźniki cechujące, *TR* — przelicznik

grupowego za pomocą łączy międzystopniowych wyposażonych w zwrotniki rejestrowe *JE*.

Wyjścia bloków stopnia grupowego są połączone z mostkami przedostatnimi bloków liniowych za pomocą łączy międzystopniowych wyposażonych w zespoły



Rys. 14.3. Blok stopnia liniowego *ESL* łącznicy PC 1000 C



Rys. 14.4. Blok stopnia grupowego *ESGD* łącznicy PC 1000 C

połączeniowe lokalne *AL*. Do wyjść tych są również dołączone translacje wyjściowe *JD* stanowiące wyposażenie łączy międzycentralowych wychodzących.

Rejestr abonencki *ED* odbiera od *AbA* i magazynuje numer łącza *AbB*, zaś od urządzeń sterujących bloku liniowego — kategorię łącza *AbA*; określa chwile rozpoczynania realizacji kolejnych faz zestawiania drogi połączeniowej. W tym celu rejestr ma zapewniony dostęp do dołączników preselekcji *CP*, które łączą go z drogą sygnałową preselekcji oraz do dołączników selekcji *CS*, które łączą go z drogą sygnałową selekcji grupowej i selekcji liniowej. Droga sygnałowa preselekcji służy do połączenia rejestru z cechownikiem bloku liniowego *ML*, a drogi sygnałowe selekcji grupowej i liniowej — do połączenia z cechownikiem bloku grupowego *MG* i liniowego *ML*. W czasie selekcji grupowej rejestr ma zapewniony, za pośrednictwem dołącznika selekcji, dostęp do przelicznika *TR*, który analizuje numer łącza *AbB*, porównuje ten numer z kategorią łącza *AbA* i dostarcza rejestrowi informacji niezbędnych do zestawienia drogi połączeniowej.

Centrale telefoniczne PC 1000 C są połączone z innymi centralami telefonicznymi za pomocą jednokierunkowych wiązek łączy międzycentralowych:

— wychodzących, przyłączonych do pola stopnia grupowego *ESGD* i zakończonych na wejściach stopnia grupowego cer trali współpracującej;

— przychodzących, łączących stopień g-upowy współpracującej centrali telefonicznej z wejściami stopnia grupowego przyjściowego *ESGA* centrali PC 1000 C.

Łącza wychodzące i przychodzące są wyposażone w translacje wyjściowe *JD* oraz przyjściowe *JA*, odpowiadające wy: aganiom sygnalizacji zastosowanej do współpracy central. Stosowane są translacj· prądu stałego i przemiennego 50 Hz. Sygnały wybiercze są nadawane za pomocą kodu wieloczęstotliwościowego R.2 (współpraca z innymi centralami systemu PC 10(0 C i z centralą międzymiastową *GCI*) albo kodu dziesiętnego (współpraca z centralami systemu 32AB i 32AA oraz z centralami krzyżowymi polskiego systemu K-66).

Dla umożliwienia rejestrom nadawania odpowiednich sygnałów wybierczych mają one zapewniony, za pomocą jednosekcyjnych układów dołączających, dostęp do nadajników kodów: wieloczęstotliwościowego i dziesiętnego.

Do obsługi połączeń przychodzących służą rejestry przyjściowe *EA*, dołączane do translacji przyjściowych *JA* na czas zestawiania drogi połączeniowej i następnie odłączane od nich.

Rejestr przyjściowy odbiera od rejestru abonenckiego centrali współpracującej lub bezpośrednio od abonenta wywołującego sygnały wybiercze, określające numer *AbB* i steruje zestawianiem drogi połączeniowej w obrębie bloków stopnia grupowego i liniowego własnej łącznicy. Stosowane są rejestry przyjściowe przystosowane do odbioru sygnałów wybierczych nadawanych kodem wieloczęstotliwościowym, jak również kodem dziesiętnym.

Opisywana łącznica PC 1000 C jest również przystosowana do zestawiania połączeń tranzytowych między współpracującymi centralami miejscowymi, przy czym, dzięki zapewnieniu rejestrom przyjściowym *EA* dostępu do odpowiednich nadajników kodu umożliwia ona współpracę central o różnych systemach sygnalizacji. Może ona zatem stanowić wyposażenie centrali głównej-tandemowej układu wielocentralowego.

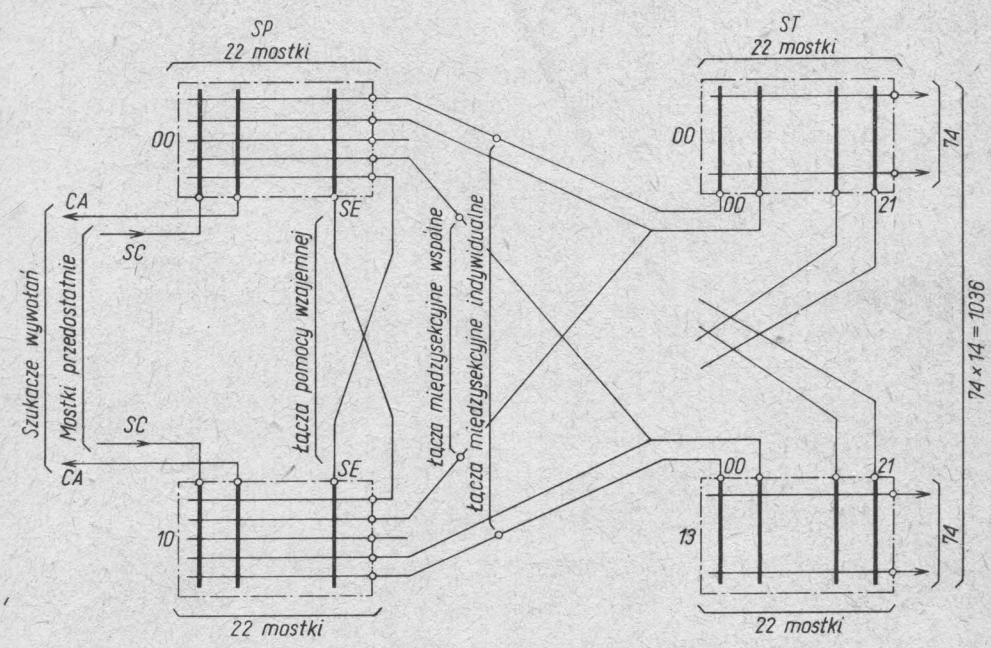
Przez wyodrębnienie z łącznicy PC 1000 C części stopnia grupowego (*ESGA*) wraz z jego wyposażeniem sterującym i zastosowanie w blokach komutacji dwutorowej uzyskuje się łącznicę tandemową, która może obsługiwać nie tylko ruch miejscowy ale i międzymiastowy.

14.4. Bloki komutacyjne łącznicy Pentaconta 1000 C

14.4.1. Blok liniowy

Uproszczoną postać ugrupowania bloku liniowego przedstawiono na rys. 14.5., a postać szczegołową — na rys. 14.6.

Sekcja pierwsza *SP* może się składać maksymalnie z 11 grup (ram), z których każda zawiera 22 mostki, a sekcja końcowa *ST* — z 14 grup (ram), z których każda może mieć maksymalnie również 22 mostki.



Rys. 14.5. Uproszczona postać ugrupowania bloku liniowego *ESL* łącznicy PC 1000 C

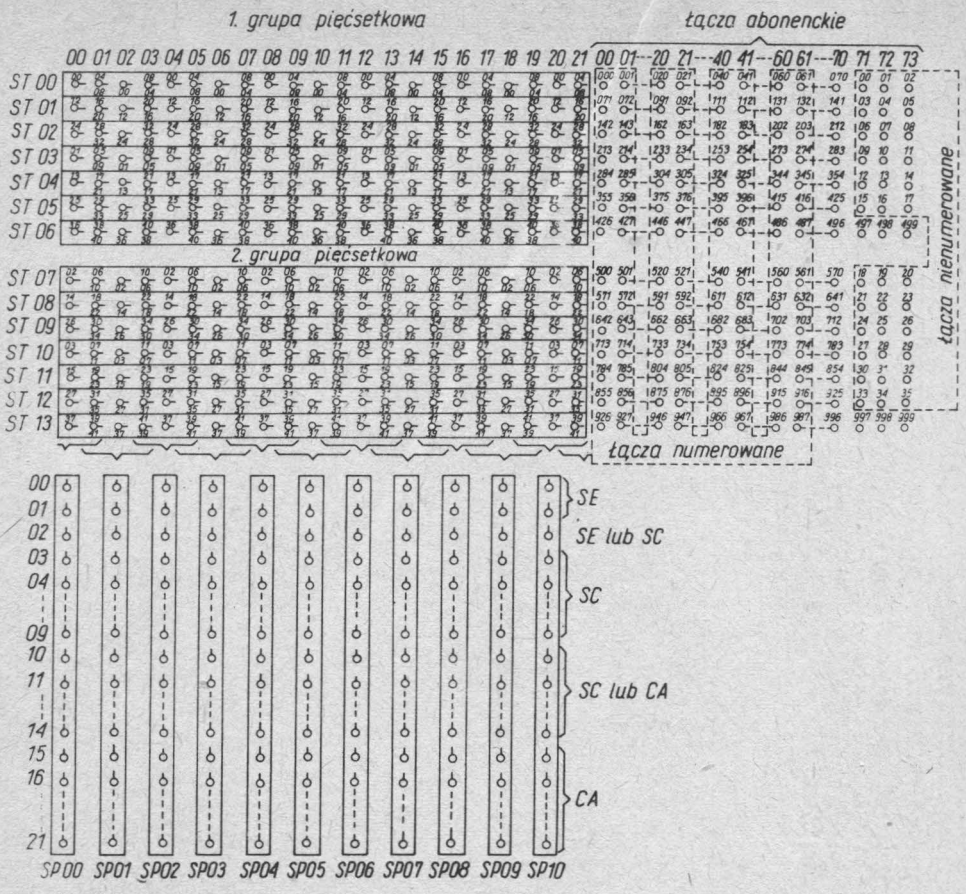
Mostki *SP* dzielą się na szukacze wywołań *CA*, mostki przedostatnie *SC* i mostki pomocy wzajemnej *SE*. Podział mostków (rys. 14.6) może być w pewnych granicach zmieniony, co umożliwia dostosowanie bloku do istniejących warunków ruchowych.

Mostki należące do jednej grupy mają wspólne pole wielokrotne.

Pole mostków grup *SP* ma 52 wyjścia, z których 42 wykorzystuje się do przyłączenia łączy międzysekcyjnych (rys. 14.6), a 10 — łączy pomocy wzajemnej (rys. 14.7).

Mostki każdej grupy *SP* mają dostęp do 14 mostków indywidualnych i 28 mostków wspólnych, znajdujących się w grupach *ST*, zatem każda grupa *SP* jest połączona z każdą grupą *ST* za pomocą średnio 2 łączy międzysekcyjnych (1 indywidualnego i 2 wspólnych, dzielonych z dwiema sąsiednimi grupami).

Liczba grup *SP* jest zmienna i może być ustalana stosownie do liczby łączy międzystopniowych przychodzących. Odpowiednio do liczby grup *SP* kształtuje się liczba mostków w grupach *ST*; powinna ona być równa podwojonej liczbie grup *SP*.



Rys. 14.6. Szczegółowa postać ugrupowania bloku liniowego ESL łącznicy PC 1000 C

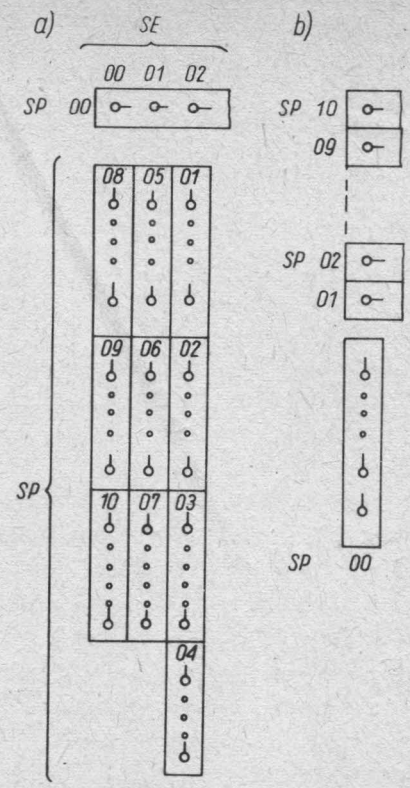
Mostki tworzące grupę *ST* mają pole wielokrotne o 74 wyjściach, do których przyłącza się tyleż łączy abonenckich. Ponieważ sekcja końcowa składa się z 14 grup, przeto pojemność bloku wynosi $74 \times 14 = 1036$.

Pojemność tę wykorzystuje się do dołączenia grupy 1000 łączy abonenckich numerowanych, których numery podaje się w katalogu telefonicznym i 36 łączy nienumerowanych (aparaty telefoniczne wrzutowe, urządzenia badaniowe itp.).

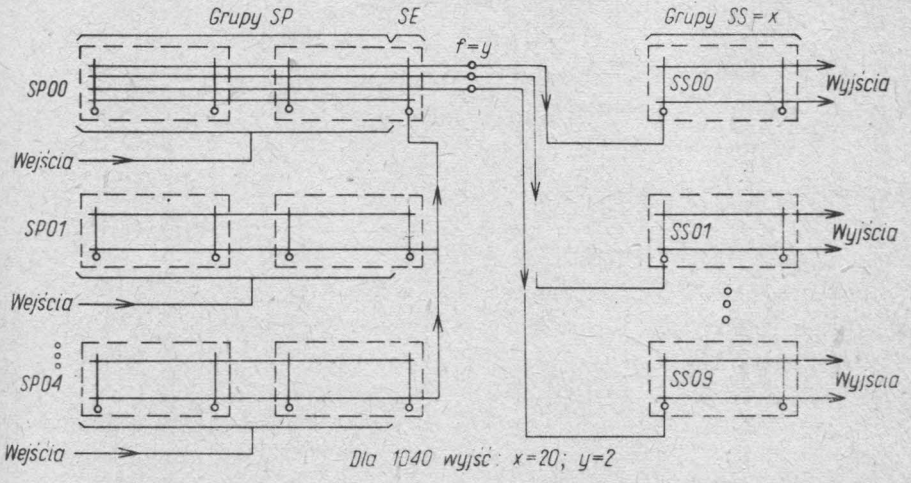
14.4.2. Bloki grupowe

Odpowiednio do wielkości centrali i obsługiwanego ruchu stosuje się bloki komutacyjne grupowe o różnych wielkościach, spośród których zostanie omówiony ogólnie blok o 1040 wyjściach, jako najbardziej typowy dla systemu Pentaconta oraz blok o 2080 wyjściach, ze względu na zastosowanie go w polskiej odmianie tego systemu.

Uproszczony blok grupowy o 1040 wyjściach przedstawiono na rys. 14.8.



Rys. 14.7. Rozmieszczenie łączy pomocy wzajemnej w bloku liniowym: *a*) połączenie wielu grup z jedną; *b*) połączenie jednej grupy z pozostałymi



Rys. 4.8. Uproszczona postać ugrupowania bloku grupowego o 1040 wyjściach łącznicy PC 1000 C

Blok składa się z sekcji pierwszej *SP*, wyposażonej maksymalnie w 5 grup oraz z sekcji drugiej *SS*, utworzonej z 20 grup.

Grupy *SP* są zbudowane z ram głównych i pomocniczych oraz niekiedy z ram uzupełniających, które są dodawane dla zwiększenia liczby wejść bloku.

Mostki ramy głównej dzielą się na mostki wejściowe oraz mostki pomocy wzajemnej. W pozostałych ramach, należących do grupy, nie ma mostków pomocy wzajemnej.

Pole wielokrotne mostków tworzących grupę, dzieli się na dwie części:

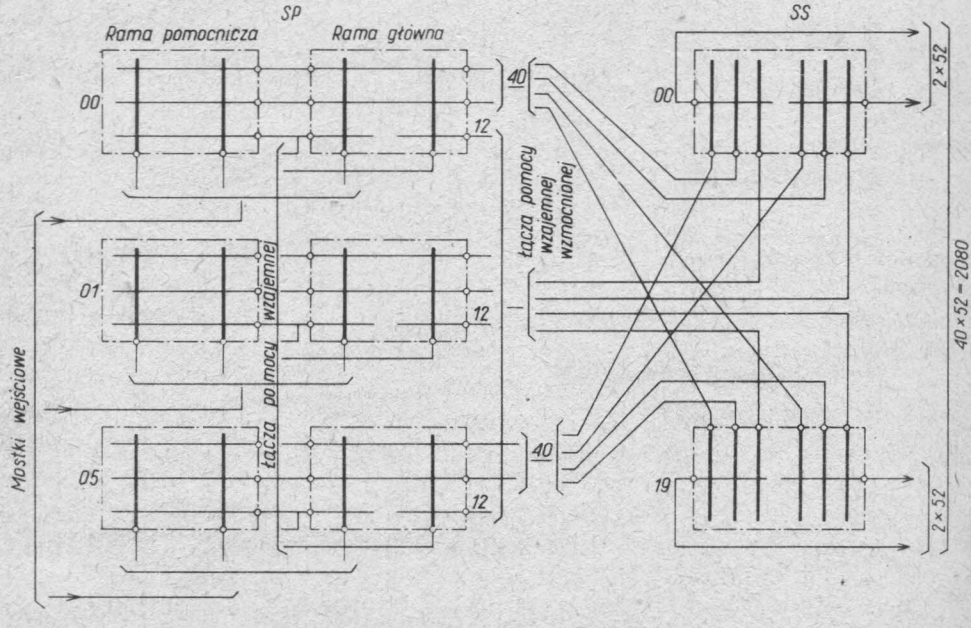
— 42 wyjścia są wykorzystane do przyłączenia mostków *SS*,

— 10 wyjść służy do przyłączenia mostków pomocy wzajemnej rozmieszczonych w pozostałych grupach *SP*.

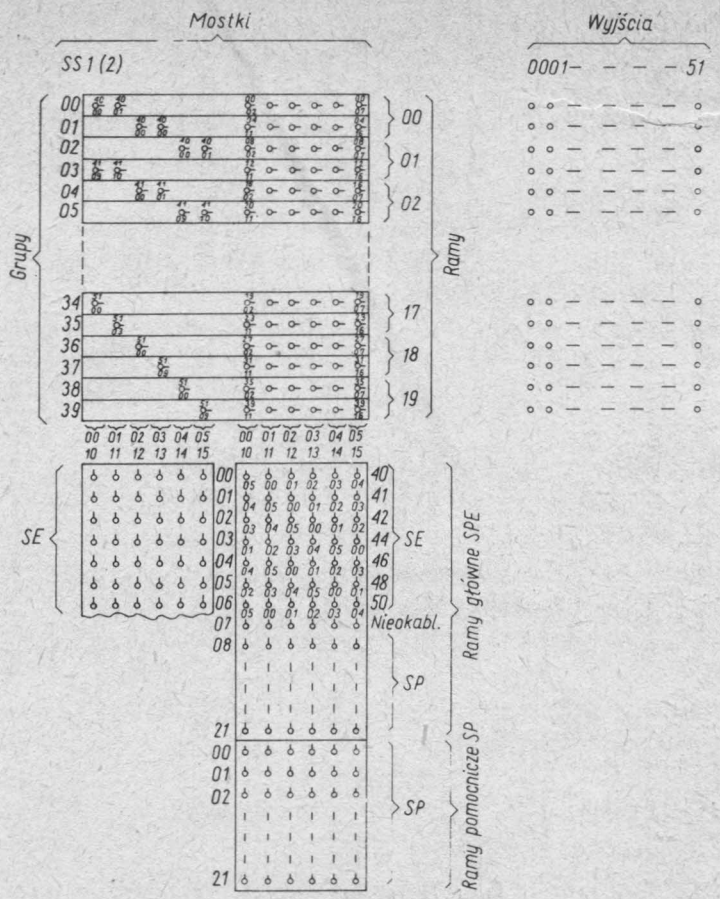
Sekcja druga jest zbudowana z 10 ram, których mostki są rozdzielone pomiędzy 20 grup. Każda grupa składa się z 10 mostków, które mają wspólne pole wielokrotne o 52 wyjściach. Pojemność bloku wynosi zatem $20 \times 52 = 1040$.

Wyjścia grup *SS* służą do przyłączenia wiązek łączy wychodzących, łączących z wejściami bloków liniowych (łącza międzystopniowe) oraz z wejściami stopni grupowych współpracujących central telefonicznych (łącza międzycentralowe). Wiązki łączy międzystopniowych wewnętrznych odpowiadają kierunkom wewnętrznym, a wiązki łączy międzycentralowych — kierunkom zewnętrznym. Łącza wychodzące z pola opisywanego bloku grupowego mogą być rozdzielone między 100 kierunków, co oznacza, że blok taki może zapewniać dostęp do maksymalnie 100 wiązek łączy (wewnętrznych i zewnętrznych). Łącza należące do wiązki jednego kierunku rozdziela się w miarę równomiernie między wszystkie grupy *SS*, a to dlatego, aby dostęp do danego kierunku był zapewniony przez możliwie największą liczbę tych grup i co za tym idzie możliwie największą liczbę łączy międzysekcyjnych. Zmniejsza to znacznie prawdopodobieństwo blokady wewnętrznej.

Zasadę budowy bloku grupowego o 2080 wyjściach pokazano na rys. 14.9, a szczegółową postać bloku — na rys. 14.10.



Rys. 14.9. Uproszczona postać ugrupowania bloku grupowego o 2080 wyjściach łącznicy PC 1000 C



Rys. 14.10. Szczegółowa postać ugrupowania bloku grupowego *ESGD* (wejściowego) o 2080 wyjściach łącznicy PC 1000 C

Sekcja pierwsza składa się z 6 grup. Pole wielokrotne grupy ma 52 wyjścia, z których 40 wykorzystano do przyłączenia łączy międzysekcyjnych, łączących z 40 grupami *SS;* każda grupa *SP* jest połączona z każdą grupą *SS* jednym łączem międzysekcyjnym.

Grupy *SS* mają po 8 albo po 7 mostków; 6 mostków stanowi zakończenie łączy międzysekcyjnych, a 2 lub 1 — łączy pomocy wzajemnej międzysekcyjnej.

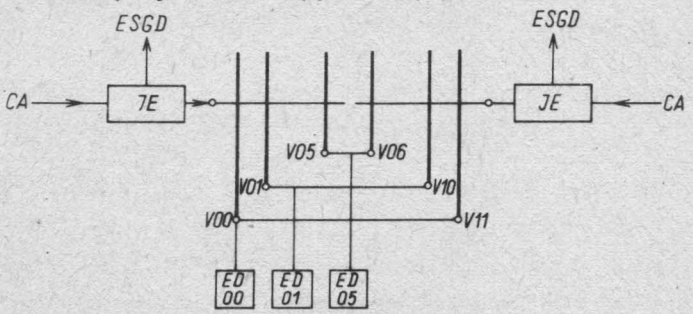
Bloki grupowe o 2080 wyjściach mają oprócz pomocy wzajemnej w obrębie sekcji pierwszej *SP*, pomoc wzajemną obejmującą sekcję pierwszą i sekcję drugą. W tym celu wielokrocie 12 wyjść ramy głównej grupy sekcji pierwszej, przewidzianych do pomocy wzajemnej, podzielono na dwie części. Jedna jest wykorzystywana do przyłączania łączy wzajemnej pomocy w obrębie sekcji pierwszej, natomiast druga — do dołączenia łączy pomocy wzajemnej międzysekcyjnej.

Zestawienie odcinka drogi połączeniowej w obrębie opisywanego bloku może się dokonać za pomocą jednego z trzech sposobów.

Jeśli między grupą *SP*, w której znajduje się mostek wejściowy, do którego jest przyłączone łącze wywołujące, a grupą *SS*, w polu której znajduje się wolne łącze żądanego kierunku, jest wolne łącze międzysekcyjne, to połączenie jest realizowane za pomocą tego łącza. Jeżeli w opisany sposób połączenia zestawić nie można, z powodu braku wolnego łącza międzysekcyjnego, to następuje zajęcie łącza pomocy wzajemnej, zakończonego mostkiem pomocy wzajemnej, znajdującym się w jednej z grup *SP*, po czym ten mostek zajmuje łącze pomocy wzajemnej łączące z mostkiem pomocy jednej z grup *SS*, mającej dostęp do wolnego łącza żądanego kierunku. Gdyby i taka możliwość nie istniała, mostek pomocy wzajemnej grupy *SP* zajmuje łącze międzysekcyjne, łączące z mostkiem grupy *SS*, mającej dostęp do wolnego łącza żądanego kierunku.

14.4.3. Bloki szukacza rejestrów i układów dołączających

Rejestry *ED* są dołączane do łączy międzystopniowych łączących blok liniowy z blokiem grupowym za pomocą zespołów zwrotników *JE* oraz prostych, jednosekcyjnych bloków szukaczy rejestrów *CE* (rys. 14.11).



Rys. 14.11. Blok szukacza rejestrów *CE* łącznicy PC 1000 C

Szukacz *CE* jest zbudowany z wybieraka, mającego 12 mostków i 13 drążków sterujących. Pole komutacyjne składa się z 2 części zawierających po 25 wyjść, do których ma dostęp 6 łączników, powstałych z połączenia mostków parami. Do wejść szukacza są dołączone zwrotniki *JE*, a do wyjść — 6 rejestrów *ED*. Blok szukacza *CE* zapewnia (dzięki łączeniu mostków parami) połączenie zwrotnika *JE* z rejestrem *ED* za pomocą 10 przewodów.

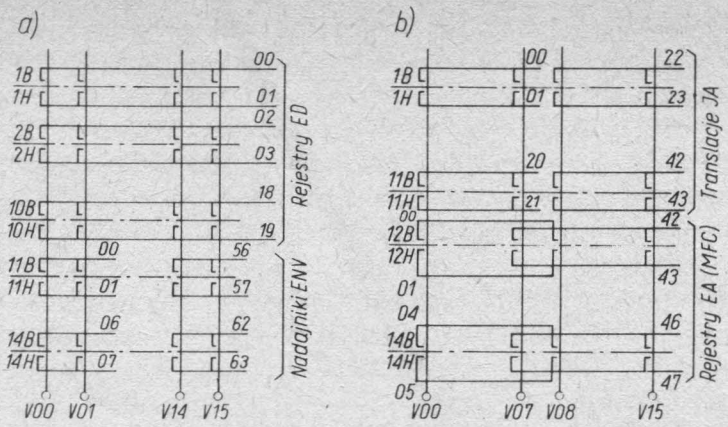
Do łączenia translacji *JA* z rejestrami przejściowymi *EA* oraz rejestrów *ED* i *EA* z nadajnikami kodu wykorzystuje się proste układy dołączające.

Na rys. 14.12 pokazano dwa przykładowe bloki:

— blok dołączający nadajniki kodu do rejestrów,

— blok dołączający translacje *JA* do rejestrów *EA*, przystosowanych do sygnalizacji kodem wieloczęstotliwościowym.

Blok z rys. 14.12*a* jest zbudowany z wybieraka krzyżowego o 16 mostkach i 14 drążkach. Dziesięć drążków wybieraka wyznacza wyjścia pola wielokrotnego, do których jest przyłączonych 20 rejestrów, a pozostałe cztery — wyznaczają wyjścia, do



Rys. 14.12. Bloki dołączające łącznicy PC 1000 C: *a*) dołącznik nadajników do rejestrów; *b*) dołącznik translacji *JA* do rejestrów *EA* (*MFC*)

których są dołączone nadajniki. Wyjścia wyznaczane przez pierwsze 10 drążków należą do jednego wielokrocia, natomiast wyjścia wyznaczane przez ostatnie 4 drążki — do ośmiu wielokroci, obejmujących po 2 mostki. Łączna liczba tych ostatnich wyjść wynosi 64. Blok umożliwia zatem dokonywanie połączeń między grupami 20 rejestrów i 64 nadajników, przy czym połączenia są 10-przewodowe.

Drugi z bloków (rys. 14.12*b*) jest zbudowany z analogicznego wybieraka, z tym, że ma inaczej wykonane pole komutacyjne. Pierwsze 11 mostków wykorzystano do wyznaczenia wyjść dwóch wielokroci drążkowych, z których każde obejmuje po 8 mostków. Do wielokroci tych przyłącza się 44 translacje. Rejestry dołącza się do wyjść wyznaczanych przez ostatnie 3 drążki, przy czym każdy rejestr jest przyłączony do odpowiadających sobie wyjść należących do 2 mostków, z których jeden należy do pierwszego, a drugi — do drugiego wielokrocia. W ten sposób do tej części pola można przyłączyć 48 rejestrów. W podobny sposób jest zbudowany blok dołącznika dołączającego translacje *JA* do rejestrów *EA* przystosowanych do sygnalizacji kodem dziesiętnym, z tym, że wybierak bloku ma 12 mostków, a podział drążków sterujących jest dokonany w proporcji 12 do 2, co umożliwia dołączenie 44 translacji i 36 rejestrów.

14.5. Urządzenia sterujące łącznicy Pentaconta 1000 C

Łącznica Pentaconta 1000 C jest wyposażona w różnorodne urządzenia sterujące, które pracują przez krótki czas wykonując określone zadanie, a następnie są zwalniane.

Do urządzeń tych należą, jak już wspomniano, urządzenia związane z blokami komutacyjnymi, oraz urządzenia nie związane z nimi bezpośrednio, lecz przyłączane do nich za pomocą układów dołączających.

Do tych urządzeń sterujących należą rejestry (abonenckie i przyjściowe), dołączniki (preselekcji i selekcji), przeliczniki oraz nadajniki kodu (wieloczęstotliwościowego i dziesiętnego).

Podstawowym zadaniem rejestru abonenckiego jest przyjęcie numeru *AbB*, nadawanego przez *AbA*, zmagazynowanie go i przekazanie do innych urządzeń sterujących w czasie trwania odpowiednich faz zestawiania drogi połączeniowej. Odbioru numeru dokonuje układ zliczający, przystosowany do odbioru sygnałów wybierczych dziesiętnych.

Dopuszczalne odchyłki częstotliwości i współczynnika impulsowania są następujące:

$f = 8...12$ Hz $\quad k = 32/68...73/27$

$f = 8...22$ Hz $\quad k = 50/50$

Rejestry abonenckie są przygotowane do wyposażenia ich w odbiorniki sygnałów wybierczych nadawanych kodem częstotliwościowym, np. „2 × 1 z 4".

Odebrane cyfry są magazynowane w magazynach, zbudowanych z przekaźników pięciokrotnych albo równoważnych układów elektronicznych. Rejestr abonencki jest wyposażony w 14 magazynów, dzięki czemu może rejestrować numery abonenckie liczące maksymalnie 14 cyfr.

W czasie preselekcji rejestr abonencki odbiera od cechownika bloku liniowego kategorię łącza *AbA*. Odbywa się to za pośrednictwem drogi sygnałowej preselekcji, przy udziale dołącznika preselekcji kodem „2 z 5". Dwa dołączniki preselekcji obsługują 12 rejestrów.

Rejestr abonencki dokonuje analizy pierwszej lub dwóch pierwszych cyfr numeru *AbB* w celu określenia rodzaju połączenia: połączenie miejscowe, połączenie do służb specjalnych lub ręcznej albo automatycznej centrali międzymiastowej.

Rejestr abonencki steruje zestawieniem drogi połączeniowej w obrębie własnej centrali oraz współpracuje z urządzeniami sterującymi innych central w czasie zestawiania połączeń wychodzących. Dzieli się ono na sterowanie blokiem stopnia grupowego *ESGD* (selekcja grupowa) i sterowanie blokiem stopnia liniowego *ESL* (selekcja liniowa). Rejestr steruje poszczególnymi fazami zestawiania drogi połączeniowej dzięki układowi kolejności faz, który powoduje rozpoczęcie odpowiedniej fazy połączeniowej po otrzymaniu od *AbA* odpowiedniej liczby cyfr numeru *AbB*. Chwilę rozpoczęcia selekcji grupowej można ustalić stosownie do numeracji łączy abonenckich, przyjętej w danej sieci (po 1., 2., 3. lub 4. cyfrze).

Współpraca rejestru abonenckiego z cechownikami odbywa się za pomocą dróg sygnałowych selekcji grupowej i liniowej, do których rejestr ma dostęp za pośrednictwem dołączników selekcji. Dwa dołączniki selekcji obsługują 12 rejestrów. Faza selekcji grupowej odbywa się przy udziale przelicznika.

Przelicznik jest zespołem przekaźnikowym, wspólnym dla większej liczby rejestrów: jedna para przeliczników obsługuje do 60 rejestrów. Przelicznik dokonuje analizy pierwszych cyfr numeru *AbB* (od jednej do czterech) i przetwarza je na tzw. kod kierunku *X—Y*, tj. zakodowany, dwucyfrowy numer kierunkowy, określający wiązkę łączy międzystopniowych, łączących z blokiem liniowym lub wiązkę łączy międzycentralowych wychodzących, łączących ze współpracującą centralą zewnętrzną. Kod

kierunku *X—Y* jest przekazywany przez przelicznik najpierw do dołącznika selekcji, a następnie, za pośrednictwem drogi sygnałowej selekcji grupowej, z dołącznika do cechownika bloku grupowego, gdzie zostaje wykorzystany do wyznaczenia jednego ze 100 możliwych kierunków (wewnętrznego lub zewnętrznego).

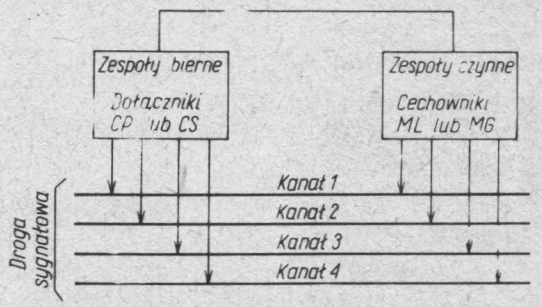
Rola przelicznika uwidacznia się szczególnie w czasie zestawiania połączeń wychodzących. W rezultacie analizy członu centralowego numeru *AbB* przelicznik ustala kod kierunku *X—Y*, wielkość taryfy, obowiązującej dla danego połączenia, uprawnienie *AbA* do uzyskania żądanego połączenia oraz rodzaj kodu sygnalizacyjnego, za pomocą którego należy nadawać sygnały wybiercze do współpracującej centrali.

W wypadku niemożności zestawienia połączenia za pomocą drogi zasadniczej (pierwszego wyboru), jest ono kierowane na drogę obejściową (drugiego wyboru).

Rodzaj taryfy jest przekazywany do translacji *JD*, stanowiącej wyposażenie łącza wybranego kierunku za pomocą drogi sygnałowej taryfikacji.

Przekazywanie sygnałów sterujących w obrębie łącznicy PC 1000 C odbywa się, jak już powiedziano, po wieloprzewodowych drogach sygnałowych.

Droga sygnałowa składa się z 4 pięcioprzewodowych kanałów (rys. 14.13). Kanał łączy z sobą (20 przewodami) na krótki okres czasu zespoły sterujące czynne (cechowniki) z zespołami sterującymi biernymi (dołączniki preselekcji albo selekcji).



Rys. 14.13. Zasada budowy i działania drogi sygnałowej

Po przekazaniu sobie informacji przez zespoły sterujące, połączenie dokonane za pomocą kanału, rozłącza się. Przekazywanie informacji odbywa się prądem stałym, kodem „2 z 5".

14.6. Opis ogólny przebiegu połączeń łącznicy Pentaconta 1000 C

14.6.1. Połączenie lokalne

Po wywołaniu centrali przez *AbA* działa przekaźnik liniowy w wyposażeniu jego łącza. W grupie *ST* bloku liniowego, do pola której to łącze jest przyłączone, działa tzw. przekaźnik pilotujący. Przekaźnik ten wywołuje wszystkie grupy *SP* bloku, których mostki mają dostęp, poprzez wolne łącza międzysekcyjne, do mostków grupy *ST* wywołanej przez *AbA*.

Następnie wywołane grupy *SP* sprawdzają, czy mają dostęp do bloków szukaczy *CE* za pośrednictwem swoich szukaczy *CA*. Gdy to się dokona, następuje wybór jednej z grup *SP* spomiędzy grup wywołanych przez grupę *ST*, a następnie wybór bloku *CE* oraz wybór, przez szukacze *CE*, jednego z szukaczy *CA* wybranej grupy *SP*. Po wyborze szukacza *CA* przez szukacz *CE*, ten ostatni dokonuje zajęcia jednego z 6 rejestrów *ED*, do których ma dostęp. Wzięty do pracy rejestr dokonuje zajęcia dołącznika preselekcji *CP*, natomiast wyznaczona do pracy grupa *SP* — zajęcia cechownika bloku liniowego *ML*.

Cechownik wybrany przez grupę *SP* zajmuje zespół przekaźników cechujących *RM*, obsługujący grupę 518 łączy, do której należy łącze *AbA*. Zespół przekaźników cechujących dokonuje wyboru grupy *ST*, do pola której jest dołączone łącze *AbA*, a następnie uruchamia w niej elektromagnesy drążkowe, określające wyjście, do którego to łącze jest przyłączone. Po uruchomieniu elektromagnesów drążkowych w grupie *ST* następuje uruchomienie elektromagnesów drążkowych w wyznaczonej do pracy grupie *SP*, określających wyjście, do którego jest przyłączone łącze międzysekcyjne, zakończone mostkiem w wyznaczonej do pracy grupie *ST*.

Po wyznaczeniu przez elektromagnesy drążkowe wyjścia, do którego jest przyłączone łącze *AbA*, zostaje określona kategoria tego łącza, określająca zakres uprawnień abonenta do korzystania z usług, oferowanych przez sieć telefoniczną użytku publicznego (automatyczne połączenia międzynarodowe, międzymiastowe itp.).

Łączu abonenckiemu może być przydzielona jedna z kilkunastu kategorii. Informacja o kategorii łącza *AbA*, odebrana przez zespół przekaźników cechujących, zostaje przez nie zamieniona na odpowiedni sygnał kodu „2 z 5". Sygnał ten zostaje przesłany do dołącznika preselekcji *CP* za pośrednictwem jednego z kanałów drogi sygnałowej preselekcji, który zostaje zajęty przez cechownik *ML* i do którego następnie przyłącza się dołącznik preselekcji *CP*, wcześniej zajęty przez rejestr *ED*. Dołącznik *CP* przekazuje do rejestru *ED* odebraną kategorię łącza *AbA*, po czym informuje cechownik (za pośrednictwem łączącego je kanału drogi sygnałowej) o odebraniu tej informacji. Cechownik zwalnia kanał drogi sygnałowej, a dołącznik zamyka obwód elektromagnesu mostkowego wyznaczonego do pracy szukacza *CA*, dzięki czemu następuje zestawienie odcinka drogi połączeniowej w obrębie grupy *SP*. Następnie rejestr *ED* zamyka obwód dla elektromagnesu mostka grupy *ST*, wyznaczonego do pracy, dzięki czemu następuje zestawienie drogi połączeniowej w tej grupie. W ten sposób łącze *AbA* zostaje przedłużone do rejestru *ED*. Następuje zwolnienie elektromagnesów drążkowych oraz zwolnienie cechownika, przekaźników cechujących i dołącznika preselekcji. Łącze *AbA* jest dołączone do rejestru *ED*, który wysyła sygnał zgłoszenia centrali.

AbA wybiera tarczą numerową numer *AbB*. Po rozpoczęciu wybierania rejestr odłącza sygnał zgłoszenia centrali.

Po stwierdzeniu, że odebrana liczba cyfr numeru *AbB* jest wystarczająca do rozpoczęcia selekcji grupowej, rejestr *ED* zajmuje dołącznik selekcji *CS*, który następnie zajmuje jeden z przeliczników *TR*. Rejestr przekazuje do przelicznika cyfry numeru *AbB*, który je analizuje i przetwarza na kod kierunku *X—Y*, po czym przekazuje ten kod do dołącznika selekcji i zostaje zwolniony.

Dołącznik selekcji zajmuje grupę *SP* bloku grupowego *ESGD*, w której znajduje się mostek wejściowy, związany z szukaczem *CA*, znajdującym się w bloku liniowym. Zajęcie grupy *SP* następuje w obwodzie przebiegającym przez rejestr *ED* i szukacz *CE*. Wybrana grupa zajmuje jeden z cechowników *MG*, a ten z kolei — jeden z kanałów drogi sygnałowej selekcji grupowej. Po wybraniu kanału drogi sygnałowej zostaje przekazana do dołącznika selekcji *CS* informacja określająca ten kanał, dzięki czemu dołącznik *CS* dołącza się do niego.

Następuje teraz przekazanie z dołącznika *CS* do cechownika *MG*, za pośrednictwem łączącego je kanału drogi sygnałowej, cyfr kodu kierunku *X—Y*.

Po odebraniu przez cechownik *MG* kodu *X—Y* kanał drogi sygnałowej zostaje zwolniony, cechownik zaś dokonuje określenia żądanego kierunku uruchamiając odpowiadający mu przekaźnik kierunkowy (jeden ze 100) i zajmuje zespół przekaźników cechujących *RM*.

Zespół przekaźników *RM* cechuje wyjścia w grupach *SS* bloku grupowego, do których są dołączone łącza należące do wiązki wybranego kierunku. W przypadku połączenia lokalnego będą to łącza międzystopniowe, wyposażone w zespoły połączeniowe lokalne *AL* i zakończone mostkami przedostatnimi *SC* w bloku liniowym. Zostaje dokonany wybór grupy *SS* bloku grupowego, która ma dostęp do żądanej wiązki łączy międzystopniowych, a z drugiej strony jest dostępna dla mostków grupy *SP* tego bloku, wywołanej przez dołącznik *CS*.

Następuje wówczas uruchomienie elektromagnesów drążkowych w grupie *SS*, określających wyjście, do którego jest dołączone żądane wolne łącze międzystopniowe, a następnie uruchomienie elektromagnesów drążkowych w grupie *SP*, określających wyjście, do którego jest dołączone wolne łącze międzysekcyjne, zakończone mostkiem w wybranej grupie *SS*.

Po uruchomieniu elektromagnesów drążkowych w grupie *SS*, zostaje wybrane jedno łącze międzystopniowe oraz określona kategoria tego łącza. Informacja o kategorii wybranego kierunku zostaje przekazana przez cechownik *MG* do dołącznika *CS* za pośrednictwem kanału drogi sygnałowej. Kategoria kierunku, przekazana następnie do rejestru *ED*, umożliwia stwierdzenie rodzaju połączenia: lokalne, wychodzące z sygnalizacją kodem wieloczęstotliwościowym albo dziesiętnym.

Po odebraniu kategorii kierunku następuje zwolnienie kanału drogi sygnałowej. Dołącznik selekcji *CS* uruchamia elektromagnesy mostkowe sekcji pierwszej i sekcji drugiej, w wyniku czego zostaje zestawiony odcinek drogi połączeniowej w obrębie bloku grupowego *ESGD*. Zespoły sterujące, użyte do zestawienia drogi połączeniowej, zostają zwolnione, a podtrzymanie elektromagnesów mostkowych zapewnia rejestr *ED*.

Jeżeli z powodu braku przejścia przez stopień grupowy droga połączeniowa nie może być zestawiona za pierwszym razem, rejestr *ED* dokonuje powtórnej próby jej zestawienia. Do powtórnej selekcji grupowej nie jest używany przelicznik. Dopiero po dwukrotnej, nieudanej próbie zestawienia drogi połączeniowej rejestr *ED* dokonuje rozłączenia zestawionej drogi połączeniowej, zaś *AbA* otrzymuje sygnał zajętości z wyposażenia liniowego swojego łącza.

Po otrzymaniu od *AbA* pełnego numeru *AbB* rejestr *ED* rozpoczyna fazę selekcji

liniowej. W tym celu dokonuje zajęcia dołącznika selekcji *CS*, który następnie zajmuje grupę *SP* bloku liniowego, w której znajduje się mostek stanowiący zakończenie łącza międzystopniowego, wybranego w czasie selekcji grupowej. Grupa ta zajmuje następnie jeden z cechowników *ML*, który zajmuje kanał drogi sygnałowej selekcji liniowej i informuje o tym dołącznik selekcji *CS*. Następuje połączenie tych organów i przekazanie do cechownika *ML* trzech ostatnich cyfr numeru łącza *AbB*, po czym kanał drogi sygnałowej zostaje zwolniony.

Cechownik *ML* zajmuje zespół przekaźników cechujących *MR*, obsługujący grupę 518 łączy abonenckich, do której należy łącze *AbB*. Zespół ten cechuje to łącze, w wyniku czego następuje uruchomienie elektromagnesów drążkowych w grupie *ST*, do pola której jest ono przyłączone.

Następnie zostają uruchomione elektromagnesy drążkowe w grupie *SP*, wywołanej przez dołącznik *CS*, określające wyjście, do którego jest dołączone łącze międzysekcyjne zakończone mostkiem w grupie *ST*, w której zostały uruchomione elektromagnesy drążkowe.

Opisane przebiegi mają miejsce wówczas, gdy łącze *AbB* jest wolne. Po uruchomieniu elektromagnesów drążkowych w grupie *ST* zostaje określona kategoria tego łącza.

Cechownik *ML* zajmuje kanał drogi sygnałowej selekcji liniowej, którym zostaje przekazana do dołącznika selekcji *CS* informacja o stanie łącza *AbB* i jego kategoria. Dołącznik *CS* uruchamia elektromagnesy mostkowe w obu sekcjach bloku liniowego. Następuje zwolnienie elektromagnesów drążkowych i urządzeń sterujących.

Po dokonaniu selekcji liniowej rejestr *ED* powoduje przejęcie kontroli nad zestawioną drogą połączeniową przez zespół połączeniowy *AL*, który:

— wysyła sygnał wywołania do *AbB* i zwrotny sygnał wywołania do *AbA*,
— zasila w czasie rozmowy mikrofony aparatów,
— wysyła impuls licznikowy do licznika *AbA* w chwili zgłoszenia się *AbB*,
— podtrzymuje elektromagnesy mostkowe w czasie trwania połączenia,
— rozłącza drogę połączeniową po odebraniu sygnału rozłączenia od dowolnego abonenta; drugi abonent otrzymuje wówczas sygnał zajętości z wyposażenia liniowego swoje łącza.

W przypadku zajętości łącza *AbB* cechownik *ML* przekazuje (za pośrednictwem drogi sygnałowej) odpowiedni sygnał do rejestru *ED*, który rozłącza zestawione fragmenty drogi połączeniowej. *AbA* otrzymuje sygnał zajętości z wyposażenia liniowego swojego łącza.

14.6.2. Połączenie wychodzące

Połączenie wychodzące do współpracującej centrali w początkowych fazach (preselekcja i selekcja grupowa) przebiega analogicznie jak połączenie lokalne.

Rejestr *ED*, po odebraniu od cechownika *MG* kodu kierunku *X—Y*, określa rodzaj połączenia oraz rodzaj sygnalizacji i zajmuje, za pośrednictwem układu dołączającego, odpowiedni nadajnik kodu. Następnie przekazuje do tego nadajnika, kodem „2 z 5", kolejne cyfry numeru *AbB*, które ten zamienia na sygnały wybiercze dostosowane do

wymogów współpracującej centrali i nadaje (poprzez rejestr *ED*, blok grupowy *ESGD*, translację *JD*, łącze międzycentralowe) do współpracującej centrali. W przypadku współpracy z centralą Pentaconta są to sygnały kodu wieloczęstotliwościowego, a w przypadku centrali systemu 32AB lub K-66 — dziesiętnego. W pierwszym przypadku, po zestawieniu drogi połączeniowej we współpracującej centrali, rejestr *ED* odbiera sygnał zwrotny informujący o stanie łącza *AbB* i odłącza się od drogi połączeniowej. Jeżeli łącze to jest wolne, nadzór nad drogą połączeniową przejmuje translacja wyjściowa *JD*, która również zasila mikrofon aparatu *AbA* oraz wysyła impulsy licznikowe do licznika *AbA*. Rodzaj taryfy (częstotliwość impulsów licznikowych) ustala przelicznik.

Jeżeli połączenie jest skierowane do centrali 32AB lub K-66, to nadajnik kodu dziesiętnego steruje bezpośrednio jej organami komutacyjnymi, a rejestr *ED* odłącza się od drogi połączeniowej po nadaniu wszystkich cyfr numeru *AbB*. Sygnał zajętości lub zwrotny sygnał wywołania jest odbierany ze współpracującej centrali.

Utrzymanie i rozłączenie drogi połączeniowej, zasilanie mikrofonu *AbA* i zaliczanie rozmowy należy do zadań translacji wyjściowej *JD*.

14.6.3. Połączenie przychodzące

Po zajęciu translacji przyjściowej *JA* przez współpracującą centralę zostaje przywołany odpowiedni rejestr przyjściowy *EA*, przystosowany do odbioru sygnałów wybierczych, nadawanych przez tę centralę.

Po odebraniu odpowiedniej liczby cyfr numeru *AbA*, wystarczającej do określenia bloku liniowego, rejestr *EA* rozpoczyna sterowanie blokiem grupowym *ESGA*. Faza selekcji grupowej przebiega analogicznie, jak w czasie połączenia lokalnego. Po selekcji grupowej następuje selekcja liniowa, po czym rejestr *EA* otrzymuje informację o stanie łącza *AbA* i jego kategorię. Jeżeli system zastosowanej sygnalizacji na to pozwala, to rejestr *EA* przekazuje informację o stanie łącza *AbB* do współpracującej centrali.

Łącza międzystopniowe, łączące blok grupowy *ESGA* z blokami liniowymi *ESL* są wyposażone w proste zespoły *RCm*, odłączające przewód sygnalizacyjny *m* i zapewniające połączenie galwaniczne. Wysłanie sygnału wywołania do *AbB* oraz zwrotnego sygnału wywołania do *AbA*, zasilanie mikrofonu *AbB* oraz kontrola stanu drogi połączeniowej i jej rozłączenie po zakończeniu połączenia należy do zadań translacji przyjściowej *JA*.

15. Działanie automatycznej telefonicznej łącznicy miejskiej systemu Pentaconta 1000 C

15.1. Wiadomości ogólne

Opis przebiegu połączenia lokalnego, zestawianego przez łącznicę PC 1000 C, będzie dokonany na podstawie schematów bloku liniowego i bloku grupowego o 2080 wyjściach, sporządzonych do celów szkoleniowych. Urządzenia sterujące (rejestr abonencki *ED*, dołączniki preselekcji *CP* i selekcji *CS*, przelicznik *TR* i droga sygnałowa *FC*) będą pokazane we fragmentach, umożliwiających zrozumienie realizowanych przebiegów.

Należy zwrócić uwagę, że schematy ideowe łącznic Pentacontą, są sporządzone w sposób nieco odbiegający od zasad stosowanych dotychczas w Polsce.

Przebieg połączenia będzie rozpatrywany w kolejności faz łączeniowych: **preselekcja, selekcja grupowa** i **selekcja liniowa.**

15.2. Preselekcja

Łącze abonenckie jest zakończone zespołem, który składa się z przekaźnika liniowego *la* i przekaźnika odłącznego *lc* (*A25*) (rys. 15.1). Jest to tzw. zespół czterostanowy, który umożliwia sygnalizowanie następujących stanów łącza: spoczynku, wywołania centrali, zajęcia i blokady liniowej.

Wywołanie centrali przez *AbA* powoduje zadziałanie przekaźnika *la*.

Zespoły liniowe 74 łączy abonenckich są związane z ramą *ST* bloku liniowego. Do takiej grupy należy przekaźnik pilotujący *lp*, który zostaje wzbudzony po zadziałaniu przekaźnika *la*.

Przekaźnik *lp* zamyka obwody startowe ram *SP*, do których rama *ST* ma dostęp przez łącza międzysekcyjne indywidualne lub wspólne. Obwody te przebiegają przez zestyki rozwierne czołowe *TV* mostków *ST*.

W dostępnych ramach *SP* zostają wzbudzone przekaźniki startowe cs^1 (cs^2, jeżeli wywołanie pochodzi z drugiej pięćsetki łączy abonenckich). Przekaźnik cs^1 zamyka obwód przekaźnika pomocniczego *cr*, co oznacza, że rama jest dostępna poprzez łącze międzysekcyjne indywidualne.

Jeżeli rama jest dostępna poprzez łącze wspólne, to po zadziałaniu przekaźnika cs^1

działa przekaźnik pomocniczy *cz*. Szeregowo połączone zestyki cs^1 i *cz* zamykają obwód układu czasowego w zespole przekaźników wspólnych *RC*, który po kilkudziesięciu milisekundach przyłącza plus do przekaźnika *cr*.

Po zadziałaniu przekaźnika *cr* przekaźnik próbny *ct* (*E8*) sprawdza, czy wywołana rama *SP* ma dostęp do wolnych rejestrów *ED*. Wolny rejestr jest cechowany plusem baterii dołączonym do przewodu *ch* (*J5*) szukacza *CE*. Przekaźnik *ei* (*G5*) jest czynny i przyłącza plus do przewodu *di*.

Po zadziałaniu przekaźnika *ct* działa przekaźnik cu^1 (cu^2), który zamyka obwód przekaźnika *cw*.

We wszystkich ramach *SP*, mających dostęp do wolnych rejestrów *ED* działają przekaźniki *cw* i podtrzymują się; w obwodach podtrzymania znajdują się zwojnice przekaźników *cv*.

Zestyki rozwierne przekaźników *cw* są połączone szeregowo, co umożliwia podtrzymywanie się tylko tego przekaźnika, który otrzymuje plus z rozdzielnika uprzywilejowania (przekaźniki *a, b, c, d, e* i *f*) (*K8*). W rozpatrywanej chwili działa przekaźnik *a* i przyłącza plus do obwodu podtrzymania przekaźnika *cw* odpowiadającej mu ramy *SP*. Dzięki temu jej przekaźnik *cw* podtrzymuje się, a przekaźnik *cv* zostaje uruchomiony. W obwodzie tych przekaźników działa ponadto przekaźnik *ob* (*J10*), a po nich przekaźnik *oa*, który odbiera plus przekaźnikom *cw* pozostałych ram *SP*.

W ten sposób dokonuje się wybór jednej ramy *SP* spośród kilku.

Po zadziałaniu przekaźnika *cv* grupa *SP* wywołuje dwie ramy szukacza *CE*.

Szukacze wywołań *CA* ramy *SP*, których może być maksymalnie 11, dzielą się na nieparzyste i parzyste. Szukacze parzyste są przyłączone do jednego, a szukacze nieparzyste — do drugiego bloku ramy szukacza *CE*. Każda grupa szukaczy *CA* ma w szukaczu *CE* przydzielony przekaźnik wywoławczy *eo*.

Obwody wywołania otrzymują plus baterii z piórka *di* i przebiegają przez zestyki rozwierne czołowe *CV* szukaczy *CA* oraz zestyki przekaźnika *cy*. Przewody te są doprowadzone do zwojnic przekaźników $eo^1 ... eo^{10}$ szukacza *CE*, w ten sposób, że przewody od jednej ramy *SP* są przyłączone do jednego przekaźnika *eo*.

Minus baterii jest dołączony przez połączone szeregowo zestyki czołowe elektromagnesów drążkowych szukacza *CE*: *13B, 12H ... 1H, 1B*.

Przekaźnik *eo* podtrzymuje się drugą zwojnicą, uniezależnia się od zestyków czołowych elektromagnesów drążkowych i odłącza inne przekaźniki.

Po zadziałaniu przekaźnika *eo* zostaje wzbudzony, połączony z nim szeregowo, przekaźnik *ef*, który zamyka obwód przekaźnika *ec*. Przekaźnik *ef* zamyka obwód odpowiedniego (do przekaźnika *eo*) przekaźnika *eb*.

Przekaźnik *eb* przyłącza przewody wywoławcze do zwojnic elektromagnesów drążkowych szukacza *CE*. Przewód wywoławczy każdego szukacza *CA* zostaje przyłączony do elektromagnesu drążkowego, określającego wyjście szukacza *CE*, do którego jest przyłączony wywołujący szukacz *CA*. Po przyciągnięciu kotwicy elektromagnes drążkowy podtrzymuje się.

Gdyby zadziałało kilka elektromagnesów, to mimo to, podtrzyma się tylko jeden, a mianowicie ten, który zestykiem rozwiernym przerywa obwody podtrzymania pozostałych elektromagnesów.

Po zadziałaniu elektromagnesu drążkowego działa przekaźnik *ee* (*C3*), który kontroluje prawidłowość tego zadziałania. Przekaźnik *ee* przerywa obwód przekaźnika *ec*, który zwalnia i zamyka obwód przekaźnika *eg* (*D7*). W ten sposób, za pomocą elektromagnesu drążkowego szukacza *CE*, został wybrany jeden szukacz *CA* ramy *SP*.

Obecnie zostanie rozpatrzony wybór rejestru *ED*.

Po zadziałaniu przekaźnika *eg* zostają wzbudzone przekaźniki *em*, dokonujące próby rejestrów (minus z rejestru na piórku *dis*). Jeden z tych przekaźników, a mianowicie ten, na którego pozycji zatrzymał się przekaźnikowy rozdzielnik, $en^0 ... en^5$, podtrzymuje się (minus z piórka *md*). W obwodzie podtrzymania działa przekaźnik *eh* i zwiera zwojnicę przekaźnik *eg*, który wskutek tego zwalnia.

Po zwolnieniu przekaźnika *eg* i zadziałaniu *eh* (*D3*) zostaje przyłączony plus do piórka *p*, do którego w rejestrze *Ed* jest przyłączony przekaźnik zajęcia kh^1. W obwodzie zamkniętym przez zestyk odpowiedniego przekaźnika *eb*, działa elektromagnes mostkowy: *VD* (prawy) lub *VG* (lewy), zależnie od tego, do której części pola szukacza *CE* jest przyłączony wyznaczony do pracy szukacz *CA*. Elektromagnes *VD* (*VG*) podtrzymuje się (plus z piórka *ma* rejestru *ED*).

Po zadziałaniu elektromagnesu mostkowego szukacz *CE* przyłącza zwrotnik *JE*, połączony z szukaczem *CA* do wyznaczonego do pracy rejestru *ED*: przewody *a, b, c, t* oraz *d* łączą rejestr ze stroną *AbA*, zaś przewody a_1, b_1, c_1, t_1 oraz d_1 — ze stroną bloku grupowego.

Przekaźnik *eh* zamyka obwód przekaźnika *cg* (*D15*) ramy *SP*, który zamyka obwód zajęcia cechownika *ML*.

W gotowym do pracy cechowniku działa przekaźnik dostępności *me* i cechuje go minusem baterii, przyłączonym do piórka *chp* (*F20*).

Ramy *SP* są wyposażone w układy przekaźników próbnych *ck* — *cl* i ck^x — cl^x, które służą do zajmowania cechowników. Przekaźniki próbne ram są z sobą połączone tworząc układ wybierczy, umożliwiający zajmowanie cechowników.

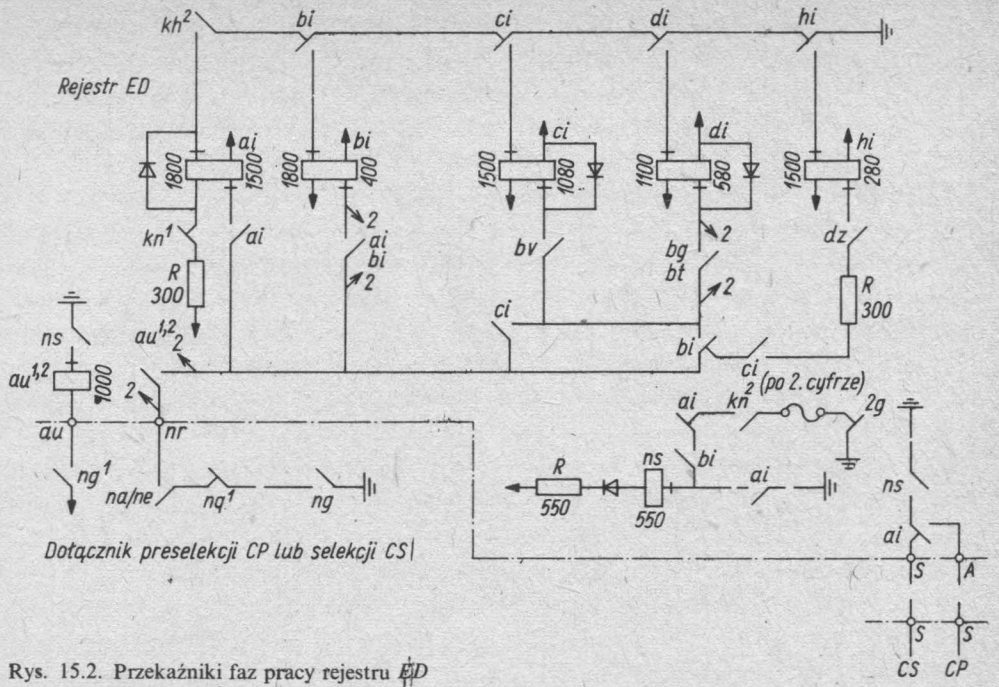
Po zadziałaniu przekaźnika *cg* zostaje wzbudzony przekaźnik *ck* (cechownik pierwszy) albo ck^x (cechownik drugi). Przekaźnik *ck* podtrzymuje się (minus z piórka *prp*) i przerywa obwody przekaźników *ck* pozostałych ram *SP*. W obwodzie podtrzymania działa przekaźnik *cl* i przekaźnik *mn* (*G20*). Przekaźnik *mn* odbiera podtrzymanie przekaźnikom *ck* pozostałych ram *SP* i przerywa obwód przekaźnika *me*, który zwalnia, umożliwiając wyznaczenie do pracy drugiego cechownika *ML*.

Po zadziałaniu przekaźnika *cl* działa przekaźnik *mu* (*H20*) (plus z piórka *go* lub *gt*), a po nim przekaźnik ds^1 (ds^2) (*H19*), w zależności od tego, czy łącze *AbA* należy do pierwszej (cs^1), czy do drugiej (cs^2) pięćsetki. Następnie działają przekaźniki du^1 (du^2) (*H25*), *ma* (*G20*), *di* (*H23*) i inne.

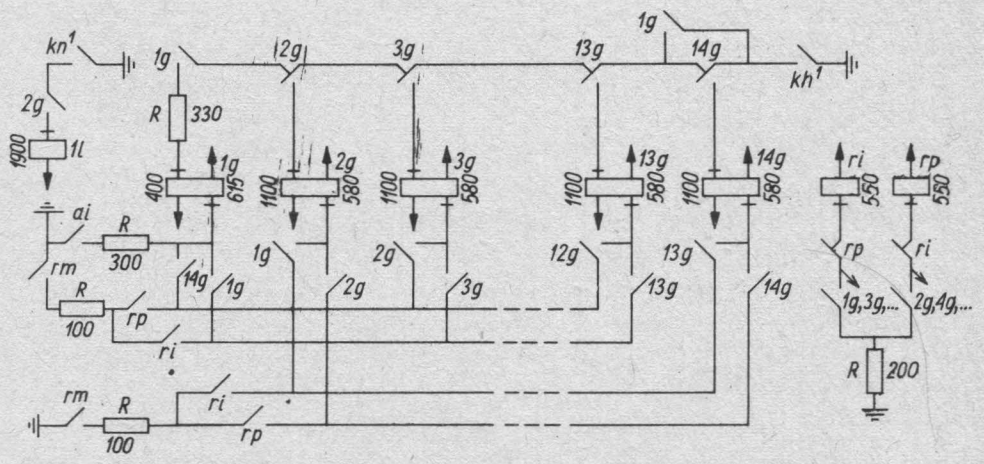
Po zajęciu cechownika przez ramę *SP* przekaźnik *cl* przyłącza do przewodu *a* łącza międzystopniowego zwojnicę przekaźnika *ch* (*C16*); w ten sposób rama informuje dołącznik preselekcji *CP* o zajęciu cechownika.

Po zadziałaniu przekaźnika kh^1 zostają wzbudzone przekaźniki kh^2 i *kl*, a zwalnia przekaźnik dostępności rejestru *fs*.

Rejestr przygotowuje się do preselekcji w ten sposób, że zostaje wzbudzony w nim



Rys. 15.2. Przekaźniki faz pracy rejestru *ED*



Rys. 15.3. Przekaźnikowy przełącznik magazynów cyfr numeru *AbB*

przekaźnik fazy preselekcji *ai* (rys. 15.2), a po nim — przekaźnik przygotowujący odbiór pierwszej cyfry numeru *AbB* — *1g* (rys. 15.3).

Rejestr *ED* pracuje w kilku fazach, którym odpowiada działanie odpowiednich przekaźników:

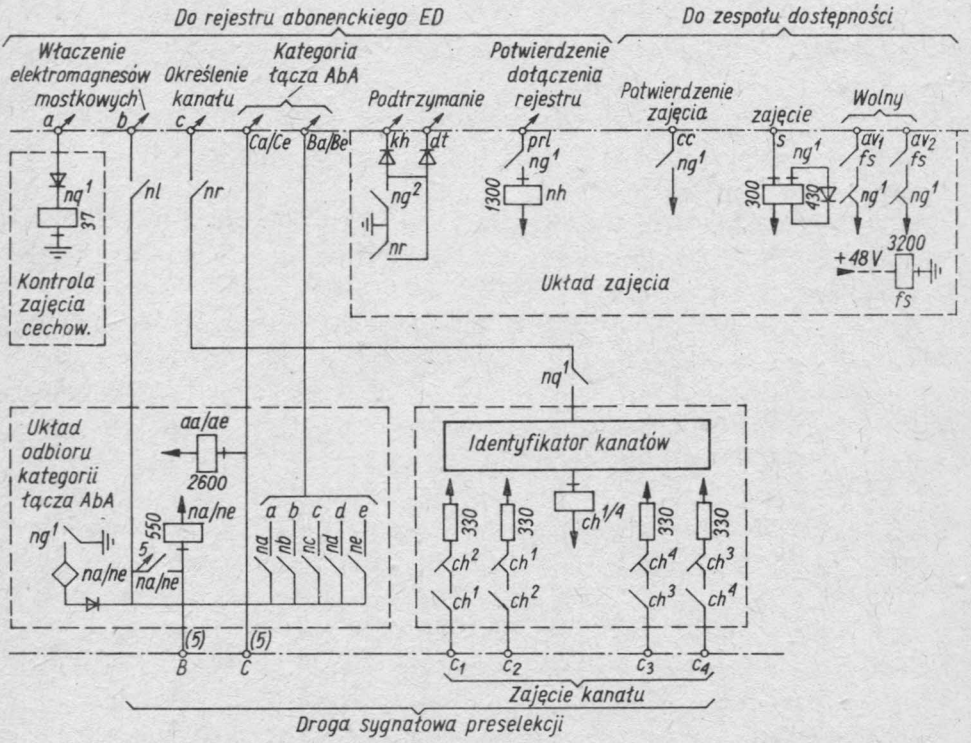
— *ai* — preselekcja,
— *bi* — selekcja grupowa,
— *ci* — selekcja liniowa,

— *di* — nadawanie numeru *AbB* kodem wieloczęstotliwościowym lub dziesiętnym do współpracującej centrali.

— *hi* — zestawienie drogi połączeniowej i zwolnienie rejestru.

Układ pokazany na rys. 15.3 składa się z 14 przekaźników, które działają kolejno, umożliwiając liczenie serii impulsów — maksymalnie 14 cyfr numeru *AbB*.

Po zadziałaniu przekaźnika *ai* działa przekaźnik *ns* (rys. 15.2.), który wywołuje jeden z dwóch dołączników preselekcji *PC* (rys. 15.4), (plus na piórku *A*). Po dołączeniu rejestru do jednego z dołączników *CP* działają w nim przekaźniki au^1 i au^2 i łączą go wieloprzewodową wiązką przewodów z dołącznikiem. Dzięki temu do przewodu *a* zostaje dołączony przekaźnik nq^1, który działa szeregowo z przekaźnikiem *ch* ramy *SP*. Dołącznik preselekcji zostaje w ten sposób poinformowany o dołączeniu się ramy *SP* do cechownika, a rama *SP* — o dołączeniu się rejestru do dołącznika preselekcji.



Rys. 15.4. Uproszczony schemat ideowy dołącznika preselekcji *CP* łącznicy PC 1000 C

Po zadziałaniu przekaźnika *ch* zwalniają przekaźniki *cg*, *ct* i *cy* ramy *SP* i zostaje przerwany obwód przekaźników *eo* i *ef* oraz elektromagnesu drążkowego szukacza *CE*. Następnie zwalnia przekaźnik *eb*, rozdzielnik przechodzi na następną pozycję, zwalniają przekaźniki *ee*, *em* i *eh*. Zamyka się obwód przekaźnika *ei*, jeśli są jeszcze wolne rejestry *ED*.

Działający w cechowniku przekaźnik du^1 (du^2) zamyka obwód przekaźnika cq^1 (cq^2) ramy *SP* oraz dokonuje zajęcia zespołu przekaźników cechujących (pierwszego

lub drugiego), w którym zostaje wzbudzony przekaźnik *dg* (*H30*) i zamyka obwód przekaźnika *mr* (*G28*). Działający przekaźnik *mr* zamyka obwód cechowania ram sekcji końcowej *ST*.

Zespół przekaźników cechujących obsługuje 518 łączy abonenckich, dołączonych do pól wielokrotnych 7 ram *ST*. Do pola każdej ramy są dołączone 74 łącza, które dzielą się na podgrupy zawierające po 12 i 13 łączy.

Każdej podgrupie jest przyporządkowany przekaźnik rozróżniający *tb*, do którego jest przyłączonych 12 albo 13 przewodów cechujących *la* (*F31*).

W obwodzie cechowania znajduje się zestyk zwierny przekaźnika *la AbA*, a zatem po zadziałaniu przekaźników *dg* i *mr* zamyka się tyle obwodów cechowania, ilu abonentów danej pięćsetki wywołało centralę.

W ramie *ST* działa jeden z przekaźników *ta* (zależnie od przynależności łącza *AbA* do odpowiedniej podgrupy), a następnie przekaźnik *tf* (*D28*), który zamyka obwód przekaźnika *mp* (*G24*). Cechownik został poinformowany o nacechowaniu ram *ST*. Wówczas następuje próba łączy międzysekcyjnych (indywidualnych i wspólnych), łączących nacechowane ramy *ST* z wyznaczoną wcześniej ramą *SP*.

Łącza międzysekcyjne są zakończone mostkami *ST*. Próby dokonują przekaźniki *to* i *tn* (*E29*) w obwodach uzależnionych od zestyków rozwiernych czołowych mostków *ST*.

Po zadziałaniu przekaźników *to* jeden z nich podtrzymuje się, mianowicie ten, na którego pozycji stoi przekaźnikowy rozdzielnik kolejności, zbudowany z przekaźników *a...f*. W obwodzie podtrzymania przekaźnika *to* działa przekaźnik *tn* ramy *ST* i przekaźnik *mt* cechownika (*F28*). Zostaje wzbudzony przekaźnik *tq* (*E29*) i zamyka obwody przekaźników *tb*. Zależnie od przynależności łącza *AbA* do określonej podgrupy łączy, działa odpowiedni przekaźnik *tb*. Obwody działania przekaźników *tb* są pomyślane w taki sposób, że może zadziałać tylko jeden z nich, a więc w danej chwili może być obsługiwana tylko jedna podgrupa łączy.

Przekaźnik *tb* przyłącza 12 (13) przewodów cechujących do elektromagnesów drążkowych *1H...12H* (*1B...13B*). Działa jeden, ewentualnie kilka elektromagnesów drążkowych (jeżeli było więcej jednoczesnych wywołań). W drugim przypadku podtrzymuje się elektromagnes drążkowy, który przerywa obwody podtrzymania innych elektromagnesów. W ten sposób wybiera się jedno spośród ewentualnych kilku łączy wywołujących. Jednocześnie działa odpowiedni elektromagnes drążkowy podziałowy *13H*, *14B* lub *14H*.

Po zadziałaniu elektromagnesów drążkowych zwalnia przekaźnik *tc* i zostaje wzbudzony przekaźnik *te* (*D25*).

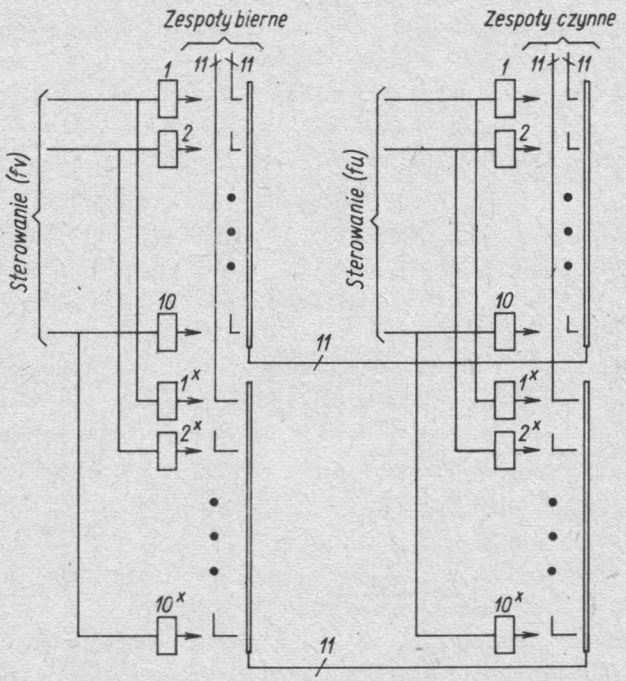
Działający przekaźnik *tq* cechuje plusem baterii przewody wywoławcze *m* wyznaczonej wcześniej ramy *SP*. Plus pojawia się tylko na tych przewodach *m*, które odpowiadają łączom międzysekcyjnym (indywidualnemu i wspólnym) łączącym wyznaczoną do pracy ramę *SP* z wyznaczoną do pracy ramą *ST*. Działa przekaźnik pilotujący *ca* (*D20*) ramy *SP*, który zamyka obwód jednego z przekaźników *cb* (*D20*), odpowiadającego podgrupie złożonej z 13 łączy międzysekcyjnych, do której należą nacechowane łącza oraz obwód przekaźnika *cc* (*D18*), kontrolującego stan drążków.

Przekaźnik *cb* przyłącza przewody *m* danej podgrupy do elektromagnesów drążko-

wych *1B 13B* (*cb*^{1} lub *cb*^{2}) albo *1H 13H* (*cb*^{3} lub *cb*^{4}). Działa odpowiedni elektromagnes drążkowy podziałowy: *14B* (*cb*^{2} lub *cb*^{4}) albo *14H* (*cb*^{1} lub *cb*^{3}). Elektromagnesy drążkowe podtrzymują się i zamykają obwód przekaźnika *ce* (*D22*). Zwalnia przekaźnik *cc* i zamyka obwód przekaźnika *mm* cechownika (*G22*), a ten — przekaźnika *mf* (*G25*). Cechownik został poinformowany o uruchomieniu elektromagnesów drążkowych w ramach *SP* i *ST*.

Przekaźnik *mc* cechownika (*G15*) wywołuje drogę sygnałową preselekcji.

Do budowy drogi sygnałowej wykorzystuje się przekaźniki wielokrotne (rys. 15.5).

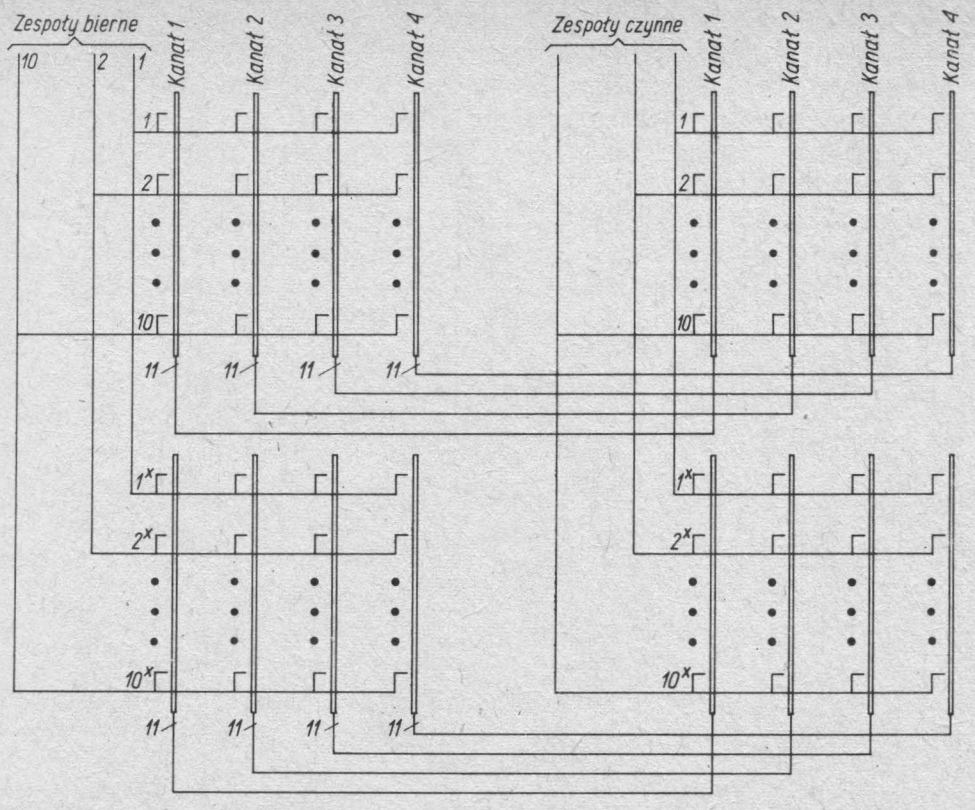


Rys. 15.5. Budowa kanału drogi sygnałowej

Do wyjść pierwszego przekaźnika wielokrotnego przyłącza się zespoły sterujące, które wywołują drogę sygnałową; są to zespoły czynne. Do wyjść drugiego przekaźnika dołącza się zespoły sterujące wywoływane, zwane zespołami biernymi. Dla drogi sygnałowej preselekcji zespołami czynnymi są cechowniki *ML* bloków liniowych, a zespołami biernymi — dołączniki preselekcji *CP*.

Połączenia zespołów sterujących dokonuje się 20 przewodami, tworzącymi kanał. Przewody kanału dzielą się na 4 grupy po 5 przewodów: *A*, *B*, *C* i *D*. Każda grupa umożliwia przesłanie w danym czasie jednej informacji, więc możliwe jest przesłanie jednocześnie 4 informacji. Ponieważ zespoły zestyków przekaźników wielokrotnych mają po 11 zestyków, przeto łączy się równolegle po 2 przekaźniki wielokrotne. Liczbę kanałów drogi sygnałowej ustalono na 4 dla umożliwienia jednoczesnego łączenia większej liczby zespołów sterujących (rys. 15.6).

Przebieg pracy drogi sygnałowej zostanie objaśniony z wykorzystaniem rys. 15.7.



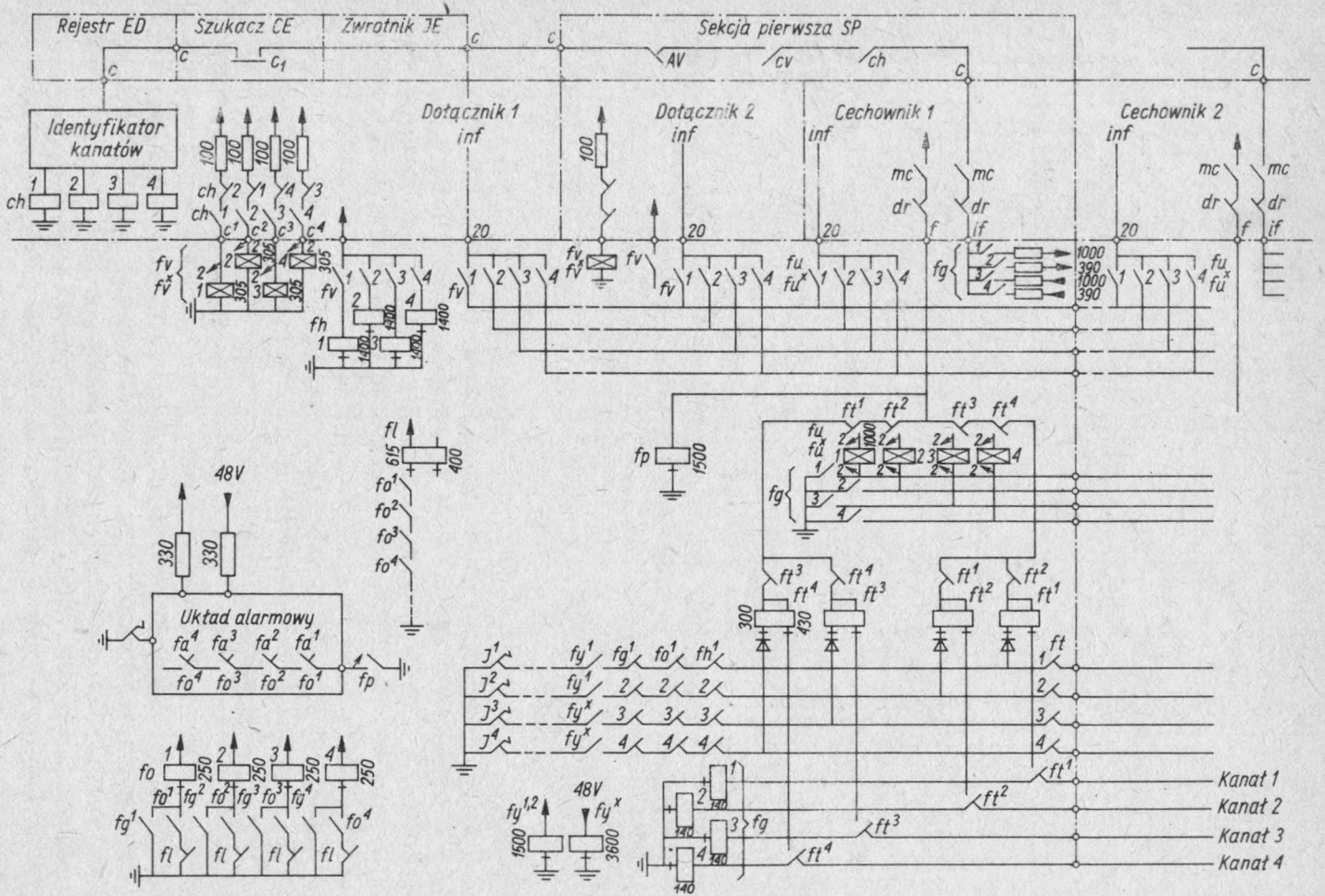
Rys. 15.6. Budowa drogi sygnałowej łącznicy PC 1000 C

W stanie spoczynku czynne są w drodze sygnałowej przekaźniki fy^1 i fy^2, które kontrolują napięcie baterii głównej (—48 V) oraz przekaźnik fy^x, który kontroluje napięcie baterii licznikowej (+48 V). Przekaźniki te przygotowują obwody próbne kanałów (plus baterii z zestyku J^1, zestyk fy^1 itd.). Normalnie zamknięty jest obwód próbny pierwszego kanału; obwód próbny drugiego kanału zostanie zamknięty po zajęciu pierwszego kanału itd.

Po zadziałaniu w cechowniku przekaźnika *mc* na piórku *f* pojawia się minus baterii, wskutek czego zostaje wzbudzony przekaźnik próbny pierwszego kanału ft^1, który podtrzymuje się i odłącza przekaźniki próbne innych kanałów. W obwodzie podtrzymania działa, odpowiadający wyznaczonemu do pracy kanałowi, przekaźnik fg^1. Działające przekaźniki ft^1 i fg^1 zamykają obwody pary przekaźników fu^1 i fu^{1x} wyznaczonego do pracy kanału. Dzięki ich zadziałaniu przewody sygnałowe *inf* cechownika (*A*, *B*, *C* i *D*) zostają dołączone do pierwszego kanału.

Działający przekaźnik fg^1 zamyka obwód przekaźnika fo^1, który działa, przerywa obwód próby kanału pierwszego i zamyka obwód próby kanału drugiego oraz dołącza do przewodu *if* minus baterii głównej (—48 V) przez rezystor 1000 Ω.

Cecha ta, poprzez ramę *SP* (zestyk *ch*, zestyk *AV*), przewód *c* szukacza *CE*, rejestr



Rys. 15.7. Uproszczony schemat drogi sygnałowej *FC* łącznicy PC 1000 C

ED zostaje przesłana do identyfikatora kanałów znajdującego się w dołączniku preselekcji, w którym działa przekaźnik kanału pierwszego, ch^1.

Identyfikacja pozostałych kanałów odbywa się w analogiczny sposób, z tym, że inne są cechy kanałów:

— kanał drugi: —48 V przez 390 Ω,
— kanał trzeci: +48 V przez 1000 Ω,
— kanał czwarty: +48 V przez 390 Ω.

Identyfikator kanałów jest układem elektronicznym. Przekaźnik ch^1 zamyka obwód dla pary przekaźników fv^1 i fv^{x1}, które dołączają dołącznik preselekcji do zidentyfikowanego kanału.

Połączenie cechownika *ML* z dołącznikiem preselekcji zostało dokonane. Umożliwia to przekazanie kategorii łącza *AbA* z cechownika do dołącznika *CP*.

Każdemu łączu abonenckiemu odpowiada przewód kategorii, przebiegający przez połączone szeregowo zestyki czołowe odpowiednich elektromagnesów drążkowych, określających położenie łącza w polu ramy *ST*. Przewody te są wyprowadzone na łączówkę, na której przyłącza się je do przewodów kategorii. Przewód kategorii jest przyłączony, poprzez dwie diody, do 2 spośród 5 przewodów (*a...e*) grupy przewodów *B* kanału drogi sygnałowej. Kategorię łącza odbiera układ przekaźników *na...ne* dołącznika preselekcji *CP;* działają 2 spośród 5 przekaźników.

Jeżeli odbiór kategorii odbył się prawidłowo, to działają tylko 2 przekaźniki spośród *na...ne* i przyłączają plus do przewodu *Aa* grupy *A*, kanału, wskutek czego w cechowniku zostaje wzbudzony przekaźnik *dr* (*K19*). Cechownik został poinformowany o odebraniu kategorii łącza *AbA* przez dołącznik preselekcji.

Przekaźnik *dr* przerywa obwód wywołania drogi sygnałowej i obwód indentyfikacji kanału. Następuje zwolnienie kanału.

Działające w dołączniku preselekcji *CP* przekaźniki *na...ne* przyłączają plus do przewodów *Ba...Be*, do których w rejestrze są przyłączone przekaźniki kategorii łącza *AbA aa...ae*. Kategoria łącza *AbA* została przekazana do rejestru *ED*.

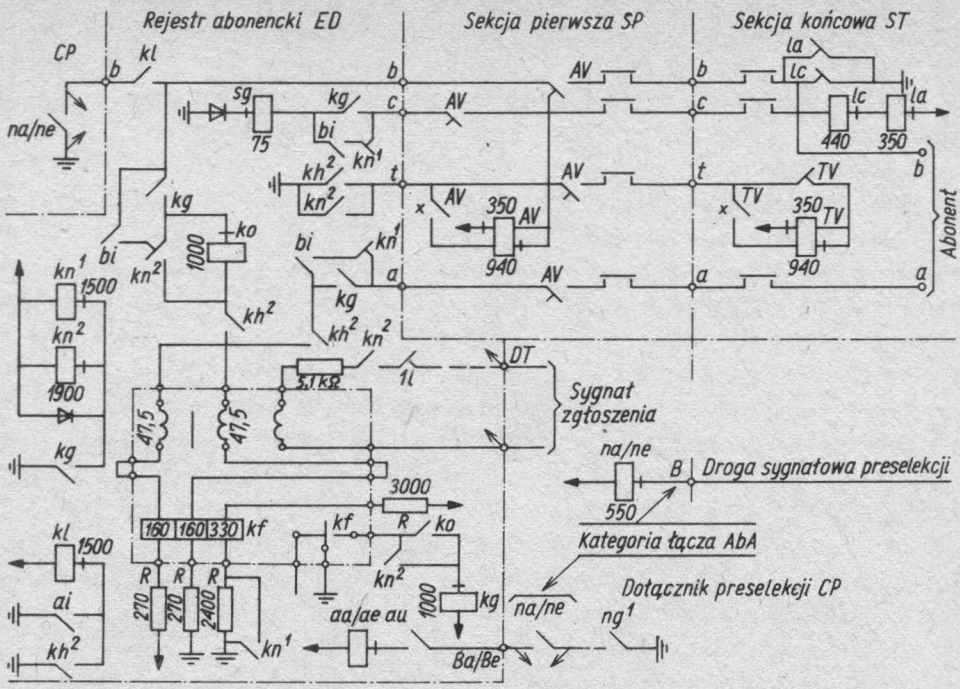
Jednocześnie zestyki przekaźników *na...ne* przyłączają plus do przewodu *b*, który poprzez rejestr *ED* zostaje przyłączony do elektromagnesu mostkowego *AV* szukacza *CA* w ramie *SP* (rys. 15.8).

Elektromagnes *CV* zostaje wzbudzony i dokonuje połączenia rejestru *ED* z łączem międzysekcyjnym zakończonym mostkiem w ramie *ST;* zostają dzięki temu przedłużone przewody *a, b, c* oraz *t*.

Z kolei działa elektromagnes mostkowy *TV* w ramie *ST* (przewód *t*) i przyłącza łącze *AbA* do rejestru *ED*.

Zadziałanie elektromagnesu *CV* w ramie *SP* przerywa obwód przekaźników *ch* i nq^1. Przekaźnik *ch* powoduje rozłączenie ramy *SP*: zwalniają elektromagnesy drążkowe i przekaźniki. Zwolnienie przekaźnika nq^1 powoduje pojawienie się plusa baterii na przewodzie *nr;* zostaje wzbudzony przekaźnik *bi* (rys. 15.2), oznaczający przejście rejestru do fazy selekcji grupowej. Po zadziałaniu przekaźnika *bi* zwalniają przekaźniki *ai, ns* oraz au^1 i au^2 i dołącznik *CP* rozłącza się.

Po zadziałaniu przekaźnika *bi* na przewodzie *c* pojawia się plus, przyłączony przez



Rys. 15.8. Uruchomienie elektromagnesów mostkowych w bloku liniowym

niskoomową zwojnicę przekaźnika *sg* (rys. 15.8), wskutek czego w wyposażeniu łącza *AbA* działa przekaźnik odłączny *lc* oraz podtrzymuje się przekaźnik liniowy *la*.

Po zadziałaniu przekaźnika *lc* zostaje odłączony plus baterii od przewodu *b* łącza *AbA*, dzięki czemu w pętli abonenckiej działa przekaźnik *kc* rejestru; przekaźnik ten sprawdza prawidłowość działania przekaźnika *lc*. Łącze *AbA* zostaje dołączone, poprzez mostek *ST*, szukacz *CA* i zwrotnik *JE* do przekaźnika impulsującego *kf* rejestru. Przekaźnik *kf* działa i zamyka obwód przekaźnika *kn*, który dołącza źródło sygnału zgłoszenia centrali do zwojnicy sygnałowej transformatora.

Po zadziałaniu przekaźnika *kf* działa przekaźnik kontrolny *kg* i uniezależnia przekaźnik *kf* od przekaźnika *bi*.

Elektromagnesy mostkowe są podtrzymywane od plusa baterii z przewodu *t*.

Po zadziałaniu przekaźnika *lc* zostają przerwane obwody działania elektromagnesów drążkowych ramy *ST*. W cechowniku następuje rozłączenie. Następnie dokonuje się rozłączenie w zespole przekaźników cechujących *RM*.

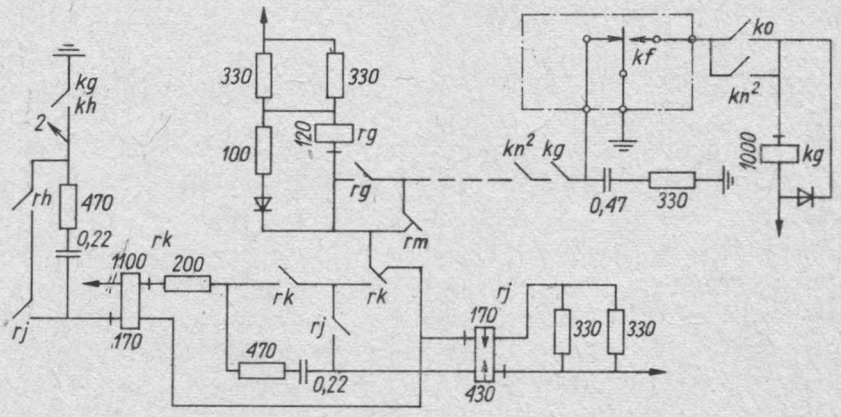
AbA otrzymuje sygnał zgłoszenia centrali.

15.3. Odbiór cyfr numeru abonenta żądanego

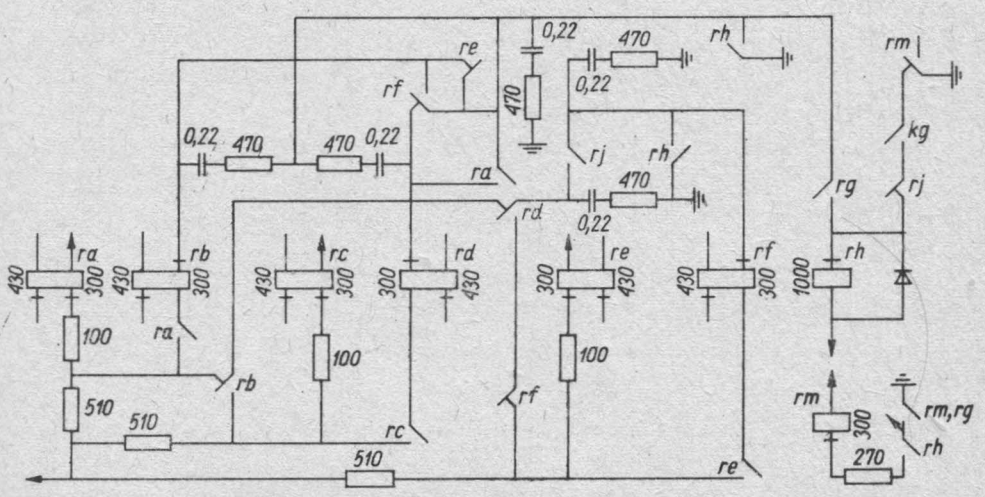
Po przedłużeniu pętli łącza *AbA* do rejestru *ED* mikrofon aparatu tego abonenta jest zasilany przez zwojnice przekaźnika impulsującego *kf* (rys. 15.8). Jest to przekaźnik o specjalnej budowie, wyposażony m. in. w zestyk rtęciowy, dzięki któremu może odebrać serie impulsów wybierczych o dość szerokim przedziale częstotliwości i współczynnika impulsowania. Odznacza się on ponadto dużą trwałością.

Przekaźnik *kf* zamyka obwód przekaźnika kontrolnego *kg* (rys. 15.9), który jest opóźniony na zwalnianie dzięki diodzie dołączonej równolegle do jego zwojnicy. Przekaźnik ten zamyka obwód przekaźnika *rh* (rys. 15.10) oraz obwody podtrzymania, uruchomionych wcześniej, przekaźników kh^1 i kh^2 oraz kn^1 i kn^2.

Po odebraniu sygnału zgłoszenia centrali *AbA* nadaje pierwszą cyfrę numeru *AbB*. Wskutek przerw i zwarć pętli abonenckiej impulsuje przekaźnik *kf*.



Rys. 15.9. Układ odbiorczy impulsów wybierczych rejestru abonenckiego łącznicy PC 1000 C



Rys. 15.10. Układ zliczający impulsy wybiercze rejestru abonenckiego łącznicy PC 1000 C

W czasie pierwszej przerwy zwalnia przekaźnik *kf*, ale przekaźnik *kg* działa nadal; działa natomiast przekaźnik seryjny *rg* i przekaźnik zliczający impulsy *rj*. Przekaźnik *rg* zamyka obwód przekaźnika *rm*, który (przy czynnym przekaźniku *ri* serii nieparzystej) przesuwa łańcuch przekaźnikowy *1g/14g* (rys. 15.3); przekaźnik *rm* zamyka obwód przekaźnika drugiej cyfry *2g*, ten zaś uruchamia przekaźnik *1l*, działający w czasie odbioru pierwszego impulsu wybierczego. Przekaźnik *1l* przerywa obwód sygnału zgłoszenia; a przekaźnik *rj* uruchamia pierwszy przekaźnik łańcucha zliczającego *ra* (rys. 15.10).

Po zamknięciu pętli abonenckiej przekaźnik *kf* przyciąga kotwicę i przerywa obwód przekaźnika *rg*, który jednakże nie zwalnia dzięki opóźnieniu na zwalnianie. Przekaźnik *kg* jest w tym czasie magnesowany. Zostaje wzbudzony drugi z przekaźników liczących impulsy, *rk* i podtrzymuje się w obwodzie przekaźnika *rj*.

W czasie drugiej przerwy pętli abonenckiej zwalnia przekaźnik *kf*, prąd płynie teraz przez drugą, różnicowo włączoną zwojnicę przekaźnika *rj*, który zwalnia. Po jego zwolnieniu działa drugi przekaźnik łańcucha zliczającego, *rb*, szeregowo z działającym już przekaźnikiem *ra*.

W czasie drugiego zwarcia zostaje wzbudzony przekaźnik *kf* i zwalnia przekaźnik *rk*.

Przebieg rejestracji serii impulsów wybierczych podaje tab. 15.1.

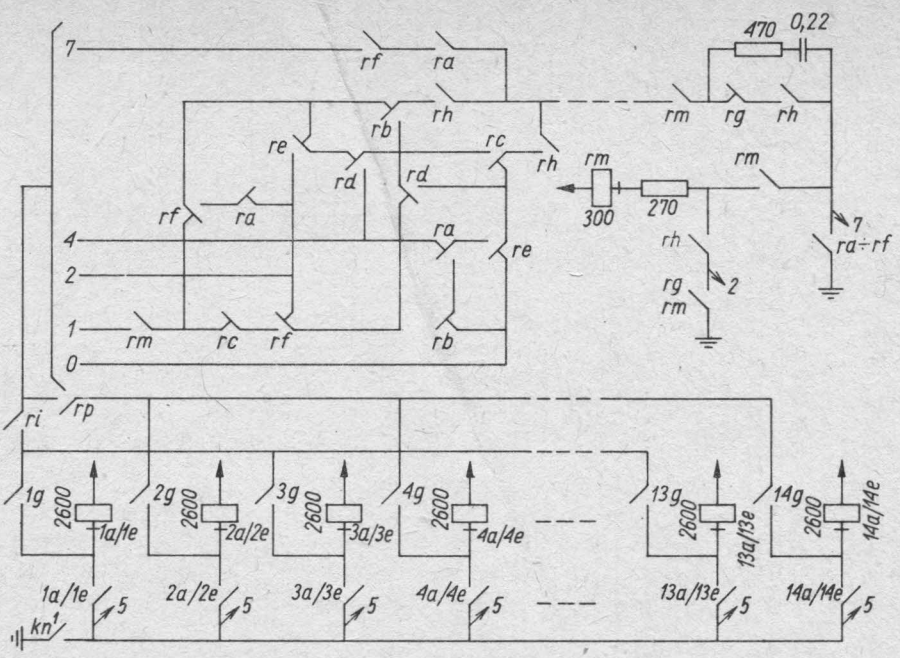
Po zarejestrowaniu cyfry zostaje ona zmagazynowana w układzie magazynowania (rys. 15.11).

Po zakończeniu pierwszej serii impulsów wybierczych zwalnia z opóźnieniem przekaźnik seryjny *rg* i przerywa obwód działania, również opóźnionego na zwalnianie, przekaźnika *rh*. W czasie zwalniania tego ostatniego zamyka się obwód dla pierwszego magazynu, zbudowanego z przekaźnika pięciokrotnego *1a/1e*, lub stanowiącego jego odpowiednik układu elektronicznego. Działające w układzie zliczającym

Tabela 15.1

Przebieg rejestracji impulsów wybierczych przez rejestr abonencki *ED*

Impuls	Początek przerwy								Koniec przerwy							
	rj	*rk*	*ra*	*rb*	*rc*	*rd*	*re*	*rf*	*rj*	*rk*	*ra*	*rb*	*rc*	*rd*	*re*	*rf*
1.	+		+						+	+	+					
2.		+	+	+							+	+				
3.	+		+	+	+				+	+	+	+	+			
4.		+	+	+	+	+					+	+	+	+		
5.	+				+	+	+		+	+			+	+	+	
6.		+					+	+							+	+
7.	+		+				+	+	+	+	+				+	+
8.		+	+	+			+	+			+	+			+	+
9.	+		+	+	+		+	+	+	+	+	+	+		+	+
10.(0)		+	+	+	+	+	+	+			+	+	+	+	+	+



Rys. 15.11. Układ magazynowania cyfr numeru *AbB* rejestru abonenckiego łącznicy PC 1000 C

Tabela 15.2

Magazynowanie cyfr numeru *AbB* w rejestrze *ED*

Przekaźnik	*a*	*b*	*c*	*d*	*e*
Przewód	0	1	2	4	7
Cyfra					
1	+	+			
2	+		+		
3		+	+		
4	+			+	
5		+		+	
6			+	+	
7	+				+
8		+			+
9			+		+
0				+	+

przekaźniki (spośród *ra...rf*) cechują odpowiednie przewody przekazania (*0, 1, 2, 4* i *7*), wskutek czego działają odpowiednie przekaźniki pierwszego magazynu (tab. 15.2).

Po zwolnieniu przekaźnika *rh* zwalniają przekaźniki układu zliczającego *ra...rf* i znika plus z przewodów przekazania, ale przekaźniki pierwszego magazynu podtrzymują się (plus z zestyku *kn*).

Po zwolnieniu przekaźników układu zliczającego *ra...rf* zwalnia przekaźnik *rm* oraz przekaźnik *1g*, a następnie przekaźnik cyfry nieparzystej *ri;* działa przekaźnik cyfry parzystej *rp*. Układ zliczający jest gotowy do przyjęcia drugiej cyfry numeru *AbB*.

Po zwolnieniu przekaźnika *rm* zostaje wzbudzony przekaźnik *rh*, a na początku drugiej serii impulsów — *rm*, który zamyka obwód przyciągania przekaźnika *3g*.

Po zarejestrowaniu drugiej cyfry zostaje ona przekazana w podobny sposób do drugiego magazynu (*2a...2e*); zwalnia przekaźnik *2g* i przyciąga *3g*.

Rejestracja i magazynowanie pozostałych cyfr numeru *AbB* przebiega w analogiczny sposób.

Po odebraniu pierwszej cyfry numeru *AbB* zostaje ona przekazana do układu analizy. W układzie tym znajdują się odpowiednie przekaźniki rozróżniające i są wykonane stosowne połączenia, umożliwiające rozróżnienie rodzaju połączenia na podstawie pierwszej lub dwóch pierwszych cyfr numeru *AbB*.

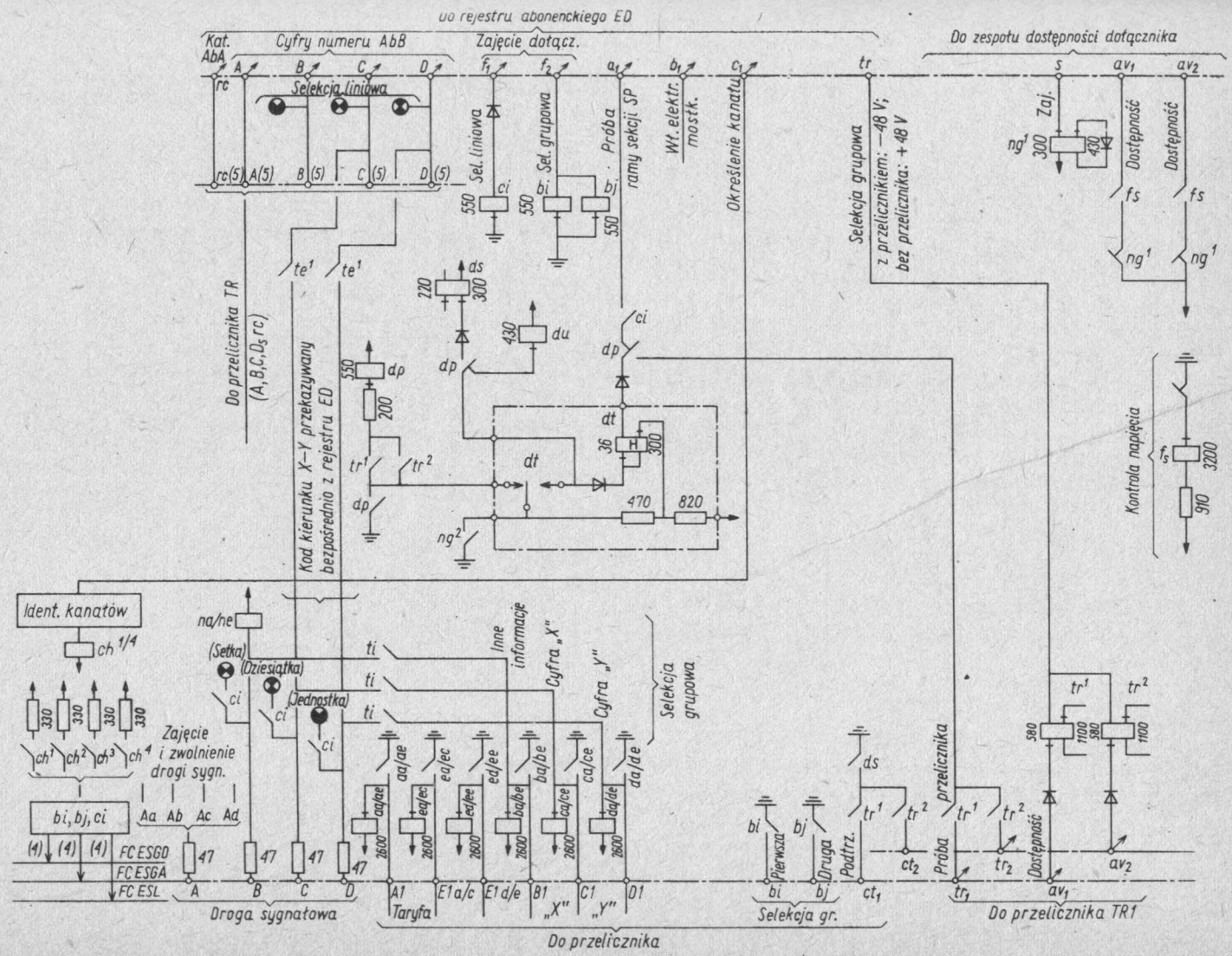
15.4. Selekcja grupowa

Selekcja grupowa (rys. 15.15) rozpoczyna się po odebraniu przez rejestr *ED* od 1 do 4 cyfr numeru *AbB*, np. dwóch. W rejestrze działa przekaźnik *ns* (rys. 15.2) i przywołuje dołącznik selekcji *CS*, w podobny sposób, jak dołącznik preselekcji *CP*.

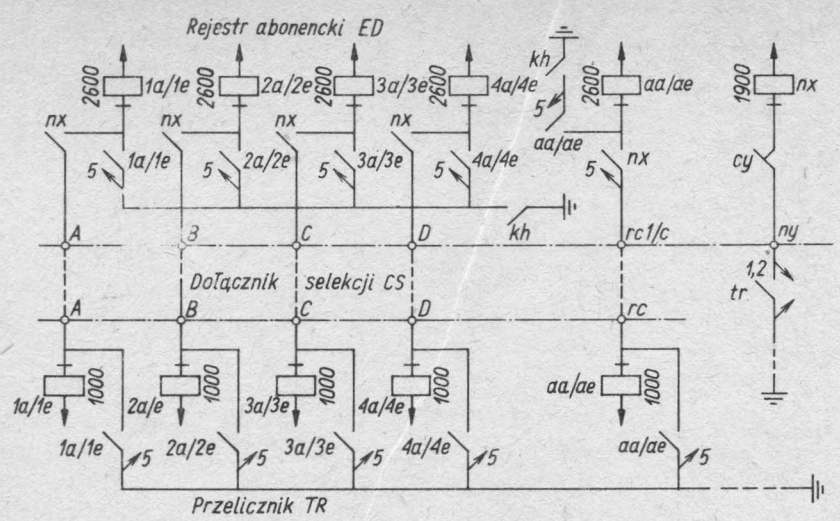
Po dołączeniu do rejestru dołącznika selekcji *CS* działa przekaźnik ng^1 (rys. 15.12), po czym dokonuje się wieloprzewodowe połączenie tych zespołów. Równocześnie rejestr poleca dołącznikowi przyłączenie się do przelicznika *TR*. Dołącznik dokonuje próby przeliczników i zajmuje jeden z nich. Po zadziałaniu przekaźnika próbnego tr^1 (tr^2) w dołączniku dokonuje się połączenie dołącznika z przelicznikiem za pomocą kilkudziesięciu przewodów. W przeliczniku przygotowują się odpowiednie przekaźniki do odbioru pierwszych cyfr numeru *AbB*.

Po połączeniu dołącznika z przelicznikiem zostaje utworzone między rejestrem i przelicznikiem wieloprzewodowe połączenie (5 grup pięcioprzewodowych), łączące zestyki pierwszych czterech magazynów cyfr numeru *AbB* (*1a/1e...4a/4e*) z przekaźnikami odbiorczymi *1a/1e...4a/4e* przelicznika oraz zestyki przekaźników kategorii *AbB* z przekaźnikami odbiorczymi *aa/ae* przelicznika (rys. 15.13).

Przekaźniki odbiorcze dekodują odebrane informacje i przekazują je do układu przekaźników analizujących, które wyznaczają na tej podstawie kod kierunku *X-Y*, rodzaj taryfy, która będzie obowiązywać w żądanym połączeniu oraz informacje dodatkowe potrzebne do zestawienia drogi połączeniowej, jak np. początek i koniec nadawania cyfr numeru *AbB* do współpracującej centrali itp.



Rys. 15.12. Uproszczony schemat ideowy dołącznika selekcji *CS* łącznicy PC 1000 C



Rys. 15.13. Przekazanie cyfr numeru łącza *AbB* i kategorii łącza *AbA* z rejestru *ED* do przelicznika *TR*

Po dokonaniu analizy pierwszych cyfr numeru *AbB* przelicznik przekazuje jej wyniki do dołącznika selekcji, który je magazynuje (rys. 15.14):

— *aa/ae* — rodzaj taryfy,
— *ca/ce* — cyfra *X*,
— *da/de* — cyfra *Y*.

Po odebraniu wyników analizy dołącznik zwalnia przelicznik *TR*. Następnie przekaźnik próbny *dt* dołącznika zostaje dołączony do przewodu *a1*. Tworzy się obwód próbny biegnący przez rejestr *ED*, szukacz *CE*, zwrotnik *JE* i kończy się w wyposażeniu ramy *SP* bloku grupowego (rys. 15.15).

Po zamknięciu się obwodu próbnego w dołączniku działa przekaźnik próbny *dt*, a w ramie *SP* — przekaźnik zajęcia ramy *cd* (*E2*). Przekaźnik *dt* zwiera wysokoomową zwojnicę i blokuje w ten sposób ramę *SP* przed innymi dołącznikami selekcji. Ponadto w dołączniku działa przekaźnik *du* na znak pozytywnego przebiegu próby, a w rejestrze — przekaźnik *dt*, który przedłuża przewód *c1* ramy do dołącznika.

Po przedłużeniu przewodu *c1* zamyka się obwód dla przekaźnika cg (*D3*) ramy *SP*, który może być dołączony bądź do minusa baterii głównej (—48 V), bądź do plusa baterii dodatkowej (+ 48 V).

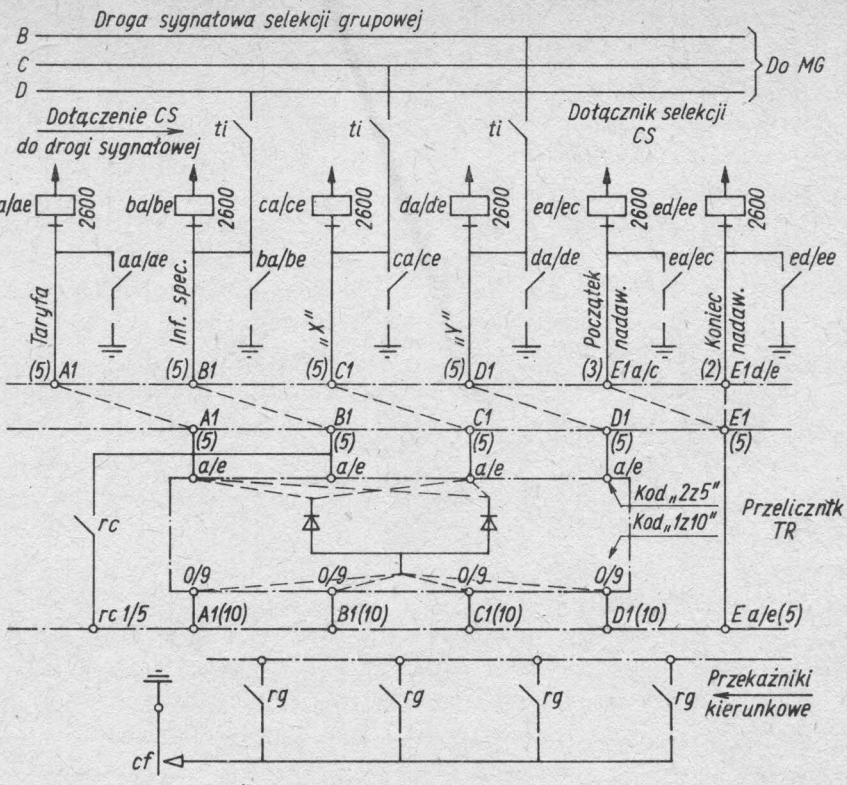
Działający przekaźnik *cg* przerywa obwód zajęcia ramy *SP*; przekaźnik *dt* zwalnia, przekaźnik *du* podtrzymuje się, przekaźnik *cd* również podtrzymuje się.

Działający przekaźnik *cg* zamyka obwód zajęcia cechownika *MG*.

Układ próbny ramy składa się z dwóch par przekaźników próbnych: *ck* i *cl* oraz ck^x i cl^x. Przekaźniki próbne wszystkich ram *SP* są z sobą połączone w taki sam sposób, jak analogiczne przekaźniki ram *SP* bloku liniowego.

Cechowniki bloku grupowego *MG* są wyznaczane do pracy i zajmowane w analogiczny sposób, jak cechowniki bloku liniowego *ML*.

Po zadziałaniu przekaźnika próbnego *ck* (*E3*) działa, w obwodzie jego podtrzyma-



Rys. 15.14. Przekazanie wyników analizy numeru łącza *AbB* i kategorii łącza *AbA* z przelicznika *TR* do łącznika

nia, przekaźnik *cl* ramy oraz przekaźnik *mn* (*G4*) cechownika (przewód *prp*), który powoduje zwolnienie przekaźników *ck* innych ram (jeżeli były czynne).

Po zajęciu cechownika *MG* przez ramę *SP* zamyka się obwód dla przekaźnika *ch* ramy (*C2*) i przekaźnika nq^1 dołącznika selekcji *CS* (przewód *a*). Najpierw działa przekaźnik *ch* i zwiera wysokoomową zwojnicę, a po nim — przekaźnik nq^1. Po zadziałaniu tego przekaźnika dołącznik selekcji *CS* został poinformowany o przyłączeniu ramy *SP* do cechownika *MG*. Dołącznik selekcji przygotowuje się do odbioru cechy identyfikacji kanału drogi sygnałowej selekcji grupowej: do przewodu *c1* zostaje przyłączony identyfikator kanałów wraz z przekaźnikami *ch1...ch4*.

Po zadziałaniu przekaźnika *ch* w ramie *SP* zostaje przerwany obwód przekaźnika *cg*, który zwalnia. Po zwolnieniu przekaźnika *cg* zwalnia również przekaźnik *cd*. Przewód *c* ramy zostaje przedłużony do cechownika w celu przekazania po nim cechy identyfikacji kanału drogi sygnałowej.

Po zajęciu cechownika *MG* przez ramę *SP* zostaje wzbudzony w cechowniku przekaźnik *mc* (*G2*), który wywołuje i zajmuje kanał drogi sygnałowej selekcji grupowej podobnie, jak cechownik *ML* wywoływał i zajmował kanał drogi sygnałowej preselekcji. Za pośrednictwem kanału drogi sygnałowej zostaną przekazane do cechownika informacje zmagazynowane za pomocą przekaźników *ca/ce*, *da/de* oraz

ba/be dołącznika selekcji (rys. 15.14 i 15.15). Informacje te są odbierane w następujący sposób:

— cyfrę *X* odbierają przekaźniki $my^{0\text{-}1\text{-}2\text{-}4\text{-}7}$.
— cyfrę *Y* odbierają przekaźniki $mz^{0\text{-}1\text{-}2\text{-}4\text{-}7}$,
— inne informacje, określające żądany kierunek, odbierają przekaźniki $mx^{0\text{-}1\text{-}2\text{-}4\text{-}7}$.

Cechownik przyłącza plus do przewodu *Aa*, dzięki czemu w dołączniku selekcji działa przekaźnik *ny*. Przekaźnik ten przyłącza plus do przewodu *Ad* i w cechowniku działa przekaźnik *dl* (*H7*), który zamyka obwód przekaźnika *dr* (*H7*). Przekaźnik *dr* przerywa obwód wywołania drogi sygnałowej (przewód *f*) oraz obwód przekazania cechy kanału. Kanał drogi sygnałowej zostaje zwolniony.

Dołącznik selekcji informuje rejestr o przekazaniu kodu kierunku *X-Y* do cechownika *MG*. W dołączniku zwalnia przekaźnik *du* oraz przekaźniki magazynów kodu *X-Y ca/ce, da/de* i *ba/be*.

Po zadziałaniu przekaźników *mx*, *my* oraz *mz* zostaje wzbudzony przekaźnik *ml* (*K11*) oraz przekaźnik *ds* (*J2*) i *df* (*G18*), stwierdzające poprawny odbiór cyfr kodu kierunku *X-Y* oraz przekaźniki du^1 i du^2 (*G6*), przygotowujące zajęcie zespołu przekaźników wspólnych i cechujących *RM*. Po zadziałaniu przekaźnika *ds* cyfra *X* zostaje przekazana do tego zespołu; w obwodzie zamkniętym przez zestyki odpowiednich przekaźników *my* przyciąga jeden spośród dziesięciu przekaźników *mw* (*H25*). Ponadto w cechowniku przyciąga przekaźnik dm^1 (*G25*) potwierdzając odbiór cyfry *X*.

Po prawidłowym przekazaniu cyfry *X* w zespole przekaźników wspólnych i cechujących działa odpowiedni przekaźnik *mw*, a w cechowniku — przekaźniki dm^1 i dm^2. Dzięki temu cechownik może uruchomić odpowiedni przekaźnik wiązkowy *sk* (*L21*) tj. przekaźnik odpowiadający tej wiązce łączy, przyłączonych do wyjść bloku grupowego, które odpowiadają kierunkowi określonemu za pomocą cyfr kodu kierunku *X-Y*. Obwód przyciągania przekaźnika wiązkowego *sk* przebiega przez zestyki odpowiednich przekaźników *mz* (cyfra *Y*), przewody *m*, zestyki odpowiednich przekaźników *mw* (cyfra *X*), jeden spośród 100 przewodów cechujących *m*, połączenie skrosowane na przełącznicy i przekaźnik *sk* odpowiedniej wiązki łączy.

Działający przekaźnik *sk* uruchamia jeden przekaźnik kategorii wyjścia spośród przekaźników $da^{1/5}$ (*J10*) cechownika oraz odpowiedni przekaźnik pilotujący $tf^{1/2}$ w ramach *SS* bloku, które mają dostęp do wiązki wybranego kierunku. Przekaźniki pilotujące *tf* działają w obwodzie, biorącym początek w zespołach połączeniowych *AL* (*J25*), gdzie jest przyłączony plus do przewodów cechujących *m*. Obwody te przebiegają przez zestyki czynnego przekaźnika wiązkowego *sk* do przekaźników *tf* ram *SS*. Każdy z przekaźników *tf* rozróżnia jedną z dwóch 52-łączowych grup łączy przyłączonych do danej ramy. W ten sposób zostały nacechowane wszystkie grupy, znajdujące się w ramach *SS* i mające dostęp do łączy wiązki wybranego kierunku.

Przekaźnik tf^1 (tf^2) cechuje plusem baterii przewody e^1 biegnące do ram *SP*, wskazując w ten sposób wolne łącza międzysekcyjne łączące sekcję pierwszą z sekcją drugą. W dostępnych (poprzez łącza międzysekcyjne) ramach *SP* działają przekaźniki cp^1 (*D14*). Rama *SP* przyłącza plus do przewodu d^1 w kierunku grup sekcji drugiej, cechując te spośród nich, które spełniają poniższe warunki:

— mają dostęp do wolnych łączy żądanego kierunku, o czym informuje działający przekaźnik tf^1 (tf^2),
— ma wolne łącze międzysekcyjne, łączące z daną ramą *SP*, o czym informuje zamknięty zestyk *TV* mostka sekcji drugiej.

W tych ramach *SS*, które odpowiadają podanym warunkom, działają przekaźniki tm^1 (grupa pierwsza) albo tm^2 (grupa druga) (*C17*) oraz przekaźnik *to* (*E19*). Spośród ewentualnych kilku ram *SS*, w których zadziałały przekaźniki *to*, zostaje wybrana jedna za pomocą łańcucha wybierczego przekaźników *to* i *tn* oraz rozdzielnika *a...t* (*G30...32*).

W wyznaczonej ramie *SS* podtrzymuje się przekaźnik *to* i zostaje wzbudzony przekaźnik *tn*. Działa przekaźnik *mt* cechownika (*G22*), który odłącza minus od przekaźników *to* pozostałych ram.

W ten sposób dokonał się wybór ramy *SS* mającej dostęp do wiązki łączy wybranego kierunku oraz dostępnej dla ramy *SP* poprzez wolne łącze międzysekcyjne.

W wyznaczonej do pracy ramie *SS* następuje wybór drążków, równoznaczny z wyborem zespołu połączeniowego *AL*, dołączonego do wyjścia, określonego za pomocą tych drążków. Po zadziałaniu przekaźnika *tn* działa przekaźnik tq^1 albo tq^2 (*D20*), w zależności od grupy. Następnie działa przekaźnik *tc* (*E23*), który kontroluje stan drążków oraz jeden z przekaźników *tb* (*E25*), który określa grupę 13 łączy, wśród których znajduje się wolne łącze kierunku określonego przez działający przekaźnik *sk*.

Przekaźnik *tb* przyłącza 13 przewodów *m* do elektromagnesów drążkowych, spośród których działają te, które otrzymują plus baterii. Następnie podtrzymuje się jeden z nich. Przekaźnik *tb* uruchamia ponadto odpowiedni elektromagnes drążkowy podziałowy. Po zadziałaniu elektromagnesów drążkowych zostaje wzbudzony przekaźnik *te* (*E22*), a zwalnia przekaźnik *tc*. Równocześnie rozpoczyna się wybór łącza międzysekcyjnego, łączącego ramę *SP* z ramą *SS*. Plus baterii z przewodu *d1* zostaje przyłączony przez jeden z zestyków tq^1 (tq^2) do przewodu cechującego *m* łącza międzysekcyjnego. W ramie *SP* działa jeden z przekaźników *cb* (*D14*) odpowiadający grupie 13 łączy międzysekcyjnych. Przekaźnik *cb* przyłącza przewody *m* do elektromagnesów drążkowych; działa odpowiedni elektromagnes drążkowy wyznaczający i podziałowy. Następnie działa przekaźnik *ce* (*C5*), który kontroluje prawidłowość zadziałania elektromagnesów drążkowych i zwalnia przekaźnik *cc*.

W opisany sposób dokonał się wybór drogi połączeniowej w obrębie bloku grupowego.

Po zadziałaniu elektromagnesów drążkowych w ramie *SS* zamyka się obwód próby zespołu połączeniowego *AL*, przyłączonego do wyjścia określonego przez te elektromagnesy. Obwód zaczyna się w cechowniku i przebiega przez zwojnice przekaźnika próbnego *dq* (*G21*), następnie biegnie do ramy *SS*, przebiega przez połączone szeregowo zestyki czołowe elektromagnesów drążkowych i przewodem *t* biegnie do zespołu połączeniowego *AL*, gdzie się kończy.

Po zadziałaniu przekaźnik *dq* zwiera wysokoomową zwojnicę, blokując w ten sposób dany zespół połączeniowy *AL* przed cechownikami innych bloków grupowych oraz zamyka obwód przekaźnika *dp* (*G22*).

Po uruchomieniu elektromagnesów drążkowych w ramach *SP* i *SS* oraz dokona-

niu próby zespołu połączeniowego *AL* działa przekaźnik *mc* (*L19*) i następuje zajęcie kanału drogi sygnałowej selekcji grupowej, po czym następuje przekazanie kategorii wyjścia do dołącznika *CS*. Po odebraniu kategorii następuje zwolnienie kanału drogi sygnałowej.

Po odebraniu kategorii wyjścia i przekazaniu jej do rejestru *ED*, ten ostatni przyłącza plus do przewodu *b1*, dzięki czemu działa elektromagnes *CV* mostka wejściowego sekcji pierwszej *SP*.

Po zadziałaniu elektromagnesu *CV* przewody *a1*, *b1*, *c1* i *t1* łącza międzystopniowego zostają przedłużone do rejestru *ED*, przez zwrotnik *JE*, mostek wejściowy *SP* do ramy *SS*. Od plusa baterii, przyłączonego w rejestrze do przewodu *t1*, działa elektromagnes *TV* mostka sekcji końcowej *ST*. Dzięki temu łącze międzystopniowe zostaje przedłużone do zespołu połączeniowego *AL*.

Po uruchomieniu elektromagnesów mostkowych w ramach *SP* i *SS* następuje zwolnienie wyposażenia sterującego ram oraz cechownika bloku grupowego. Dołącznik selekcji *CS*, przed rozłączeniem, przyłącza plus do przewodu *nr*, wskutek czego w rejestrze *ED* działa przekaźnik *ci* i rejestr przechodzi do fazy selekcji liniowej.

Rejestr *ED* przyłącza minus baterii do przewodu *b1* i zajmuje zespół połączeniowy *AL*.

15.5. Selekcja liniowa i zestawienie połączenia

Selekcja liniowa rozpoczyna się po odebraniu przez rejestr *ED* wszystkich cyfr numeru *AbB*. Działa wtedy przekaźnik *ns* i przywołuje dołącznik selekcji *CS*, podobnie, jak w czasie selekcji grupowej. Po dołączeniu dołącznika działa w nim przekaźnik nq^1, po czym następuje wieloprzewodowe połączenie obu zespołów.

Do przewodu próbnego *a1* zostaje dołączony przekaźnik próbny *dt*. Zamyka się obwód próbny obejmujący rejestr *ED*, szukacz *CE*, zwrotnik *JE*, blok grupowy, przewód *a* zespołu połączeniowego *AL* (przedłużony przez uruchomiony w czasie selekcji grupowej przekaźnik *p*) i kończący się w wyposażeniu ramy *SP* bloku liniowego. Obwód ten jest podobny do analogicznego obwodu próby ramy *SP* bloku grupowego.

W opisanym obwodzie działa przekaźnik *dt* oraz przekaźnik zajęcia ramy *cd*. Przekaźnik *dt* blokuje wziętą do pracy ramę; następnie działa przekaźnik *du*. W rejestrze zostaje wzbudzony przekaźnik *dt*, który przedłuża przewód *c1* do dołącznika. Z drugiej strony przekaźnik ten powoduje odpowiednie zmiany w zespole połączeniowym *AL* (działa przekaźnik *f*), w wyniku których przewody *b* i *c* zostają przedłużone do ramy *SP* bloku liniowego.

Po przedłużeniu przewodu *c1* do ramy *SP* zamyka się obwód przekaźnika *cg*. Przekaźnik *cg* przerywa obwód zajęcia ramy; przekaźnik *dt* zwalnia, a przekaźnik *du* podtrzymuje się; również przekaźnik *cd* podtrzymuje się.

Przekaźnik *cg* zamyka obwód zajęcia cechownika *ML*. Układ próbny składa się z przekaźników *ck* i *cl* oraz ck^x i cl^x, które zajmują cechownik *ML* w czasie preselekcji.

Zajmowanie cechownika w czasie selekcji liniowej przebiega podobnie, jak w czasie preselekcji.

Po zajęciu cechownika przez ramę *SP* powstaje obwód dla przekaźnika *ch* i przekaźnika nq^1 dołącznika selekcji. Działa przekaźnik *ch*, a po nim — nq^1. W ten sposób dołącznik selekcji *CS* został poinformowany o dołączeniu się ramy *SP* do cechownika. Dołącznik przygotowuje się do odbioru cechy identyfikacji kanału drogi sygnałowej selekcji liniowej.

W ramie *SP*, po zadziałaniu przekaźnika *ch*, zostaje przerwany obwód, w którym działał przekaźnik *cg*. Przekaźnik *cg* zwalnia i przedłuża przewód *c* ramy do cechownika *ML* dla umożliwienia przesłania po nim cechy identyfikacji kanału drogi sygnałowej.

W cechowniku działa przekaźnik *mc*; następuje wywołanie i zajęcie kanału drogi sygnałowej selekcji liniowej.

Dołącznik selekcji zostaje połączony z cechownikiem liniowym. Za pośrednictwem kanału drogi sygnałowej zostają przekazane do cechownika informacje o numerze łącza *AbB*.

Ostatnie cyfry numeru łącza *AbB* są zmagazynowane w magazynach rejestru *ED*. Przykładowo, w przypadku numeracji sześciocyfrowej, będą to magazyny *4a*/*4e*, *5a*/*5e* i *6a*/*6e*. Zestyki tych przekaźników zostają dołączone do pięcioprzewodowych grup przewodów *C*, *D* i *B*, które w dołączniku selekcji *CS* są skrosowane z pięcioprzewodowymi grupami przewodów *B*, *C* i *D*; w ten sposób cyfra setek będzie przekazywana za pomocą grupy *B*, cyfra dziesiątek — grupy *C* i cyfra jednostek — grupy *D*.

Trzy ostatnie cyfry numeru są przekazywane do cechownika bloku liniowego w podobny sposób, jak cyfry kodu kierunku *X*—*Y* do cechownika bloku grupowego. Odbiornikami cyfr są przekaźniki $mx^{0-1-2-4-7}$ (setka), $my^{0-1-2-4-7}$ (dziesiątka) i $mz^{0-1-2-4-7}$ (jednostka).

W podobny sposób, jak w czasie selekcji grupowej zostaje zwolniony kanał drogi sygnałowej. Dołącznik selekcji przygotowuje się do odbioru kategorii łącza *AbB*.

W cechowniku działa przekaźnik ds^1 lub ds^2 (*H19*), odpowiednio do cyfry setek (przekaźnik $mx^{0-1-2-4-7}$), a po nim odpowiadające mu przekaźniki $du^{1a/c}$ lub $du^{2a/c}$(*H25*).

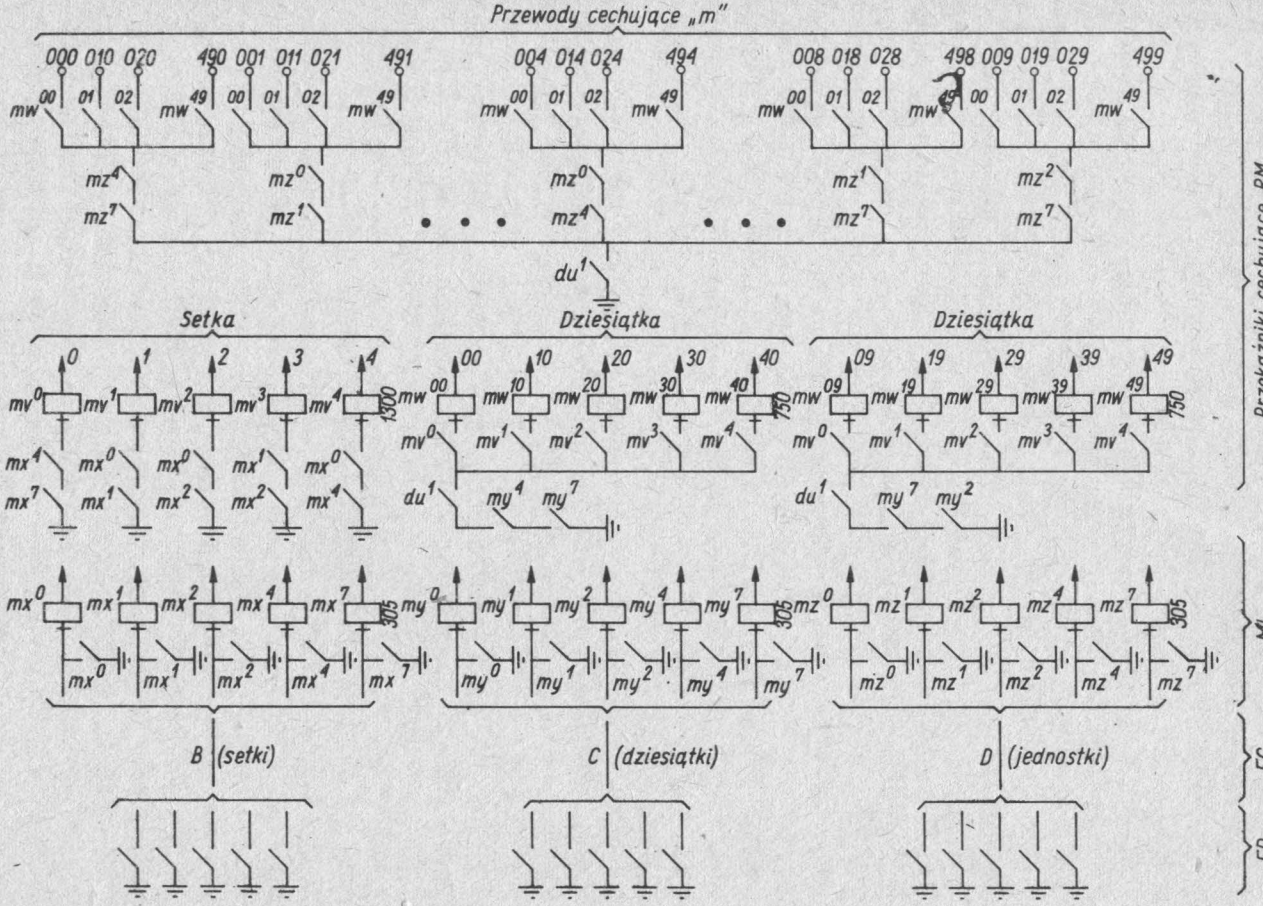
Obwody działania przekaźników ds^1 i ds^2 są uzależnione od zestyków odpowiednich przekaźników *mx*, a ponadto przebiegają przez układy zestyków kontrolnych przekaźników *mx*, *my* i *mz*, za pomocą których sprawdza się prawidłowość odbioru cyfr. Dla setek 0, 1, 2, 3 i 4 działa przekaźnik ds^1, a dla pozostałych setek — ds^2.

Działające przekaźniki $du^{1a/c}$ lub $du^{2a/c}$ zajmują zespół przekaźników cechujących *RM*, odpowiadający grupie pięćsetkowej, do której należy łącze *AbB*.

Cechownik przekazuje do zespołu przekaźników cechujących cyfrę setek, dziesiątek i jednostek numeru *AbB*, dzięki czemu zostaje nacechowane łącze *AbB* (rys. 15.16).

Zestyki odpowiednich przekaźników *mx* zamykają obwody działania przekaźników *mv*, zespołu przekaźników cechujących, odpowiadających poszczególnym setkom łączy abonenckich, np. zestyki mx^1 i mx^0 — setki pierwszej itp.

Działający przekaźnik setkowy *mv* za pomocą swoich dziesięciu zestyków zwiernych przygotowuje obwody przyciągania 10 przekaźników dziesiątkowych *mw*.



Rys. 15.16. Cechowanie łącza *AbB* selekcji *CS*

W przypadku setki zerowej są to przekaźniki $mw^{00}...mw^{09}$, setki pierwszej — przekaźniki $mw^{10}...mw^{19}$ itd. Odpowiednio do działających przekaźników *my* działa właściwy przekaźnik dziesiątkowy danej setki; np. zestyki my^2 i my^7 zamykają obwody dziewiątych przekaźników dziesiątkowych poszczególnych setek (mw^{09}, mw^{19}, mw^{29}, mw^{39} lub mw^{49}), odpowiednio do działającego przekaźnika setkowego *mv*.

W ten sposób zostaje rozróżniona dziesiątka, do której należy łącze *AbB*. Dziesiątek takich w pięćsetkowej grupie jest 50: od 00 do 49.

Rozróżnienia jednostki dokonuje się w ten sposób, że odpowiednie zestyki przekaźników *mz* łączy się z zestykami przekaźników dziesiątek $mw^{00}...mw^{49}$, w ten sposób powstaje możliwość rozróżnienia 500 łączy abonenckich: 000...499.

Po rozróżnieniu łącza *AbB* następuje nacechowanie ramy *ST*, do pola której jest przyłączone łącze *AbB*. Obwód cechowania przebiega przez zestyki odpowiednich przekaźników *mz*, zestyk odpowiedniego przekaźnika dziesiątkowego odpowiedniej setki *mw* i wchodzi do odpowiedniej ramy *ST* na zestyk rozwierny przekaźnika odłącznego *lc*. Dalej obwód biegnie do przekaźników *ta*, stanowiących wyposażenie ramy. Dalsze przebiegi w ramach *ST* i *SP* bloku liniowego są podobne do przebiegów, które mają miejsce w czasie preselekcji.

Po zadziałaniu jednego z przekaźników *ta* działa przekaźnik *tf* i zamyka obwód przyciągania przekaźnika *to*. Przekaźniki *to* i *tn* działają. W ramie *ST* działa przekaźnik *tc*, który kontroluje stan drążków oraz przekaźnik *tq*, który zamyka obwód przekaźnika *tb*. W zależności od przynależności łącza *AbB* do określonej podgrupy działa odpowiedni przekaźnik *tb* i podtrzymuje się *ta*.

Przekaźnik *tb* przyłącza przewód cechujący *m* do odpowiedniego elektromagnesu drążkowego wyznaczającego, a także zamyka obwód elektromagnesu drążkowego podziałowego. Po zadziałaniu elektromagnesów drążkowych zwalnia przekaźnik *tc* i działa przekaźnik *te*.

Po zadziałaniu przekaźnika *tq* następuje nacechowanie przewodu *m* łącza międzysekcyjnego, łączącego daną ramę *ST* z ramą *SP*, w której znajduje się mostek, związany z zespołem połączeniowym *AL*.

W wyposażeniu ramy *SP* działa przekaźnik pilotujący *ca*, a następnie jeden z przekaźników *cb*. Działa również przekaźnik *cc*, kontrolujący stan drążków.

Działający przekaźnik *cb* przyłącza przewód *m* łącza międzysekcyjnego do jednego z elektromagnesów wyznaczających oraz zamyka obwód przyciągania odpowiedniego elektromagnesu drążkowego podziałowego.

Po zadziałaniu elektromagnesów drążkowych w ramie *SP* działa przekaźnik *ce* i zwalnia przekaźnik *cc*.

Po zajęciu ramy *ST*, gdy zadziałał przekaźnik *to*, w cechowniku działają przekaźniki *mt* i *mc*, które dokonują zajęcia kanału drogi sygnałowej selekcji liniowej.

Po połączeniu cechownika z dołącznikiem selekcji *CS*, następuje przekazanie kategorii łącza *AbB*. Określenie kategorii łącza abonenckiego dokonuje się w podobny sposób, jak w czasie preselekcji.

Po odebraniu kategorii łącza *AbB* dołącznik selekcji powoduje zwolnienie kanału drogi sygnałowej oraz przyłącza plus do przewodu *b*, dzięki czemu w ramie *SP* bloku liniowego działa elektromagnes mostkowy *CV* i przedłuża drogę połączeniową do

sekcji końcowej *ST*. Od plusa przyłączonego do przewodu *t* działa elektromagnes mostkowy *TV*, w ramie *ST* i podtrzymuje się elektromagnes *CV* w ramie *SP*.

Jeżeli łącze *AbB* jest zajęte, to nie nastąpi jego nacechowanie, gdyż obwód cechowania jest przerwany przez zestyk rozwierny działającego przekaźnika odłącznego *lc* tego łącza. W takim przypadku cechownik przesyła, zamiast kategorii łącza, sygnał zajętości abonenta. Sygnał ten, odebrany przez dołącznik selekcji, zostaje przekazany do rejestru, który dokonuje rozłączenia zestawionej drogi połączeniowej. Łącze *AbA* zostaje przyłączone do wyposażenia liniowego, skąd abonent otrzymuje sygnał zajętości.

W przypadku, gdy łącze *AbB* jest wolne, następuje jego zajęcie, jak to opisano wcześniej. Po zadziałaniu elektromagnesu *CV* w ramie *SP* zostaje przerwany przewód *a* i w dołączniku selekcji zwalnia przekaźnik *nq*, a po nim *nr*. Zamyka się obwód przekaźnika *lb*, który działa od plusa baterii z przewodu *b* wyposażenia łącza *AbB* (rys. 15.17). W ten sposób dokonuje się sprawdzenia prawidłowości zadziałania mostków *CV* i *TV*.

Po zadziałaniu przekaźnika *lb* działa przekaźnik *lc* i przyłącza swoją zwojnicę do przewodu *c*. W wyposażeniu łącza *AbB* działają przekaźniki *lc* i *la*. Odłączają one plus od przewodu *b*, wskutek czego w dołączniku selekcji *CS* zwalnia przekaźnik *lb* i przyłącza +48 V do przewodu *b*.

Od potencjału +48 V, podawanego z dołącznika selekcji po przewodzie *b* działa przekaźnik *c* zespołu połączeniowego *AL*. Zamyka on obwód przekaźnika *a*.

Po zadziałaniu przekaźnika *c* zostaje przerwany przewód *c*, wskutek czego zwalnia przekaźnik *lc* dołącznika selekcji i przerywa obwód przekaźnika *cp*.

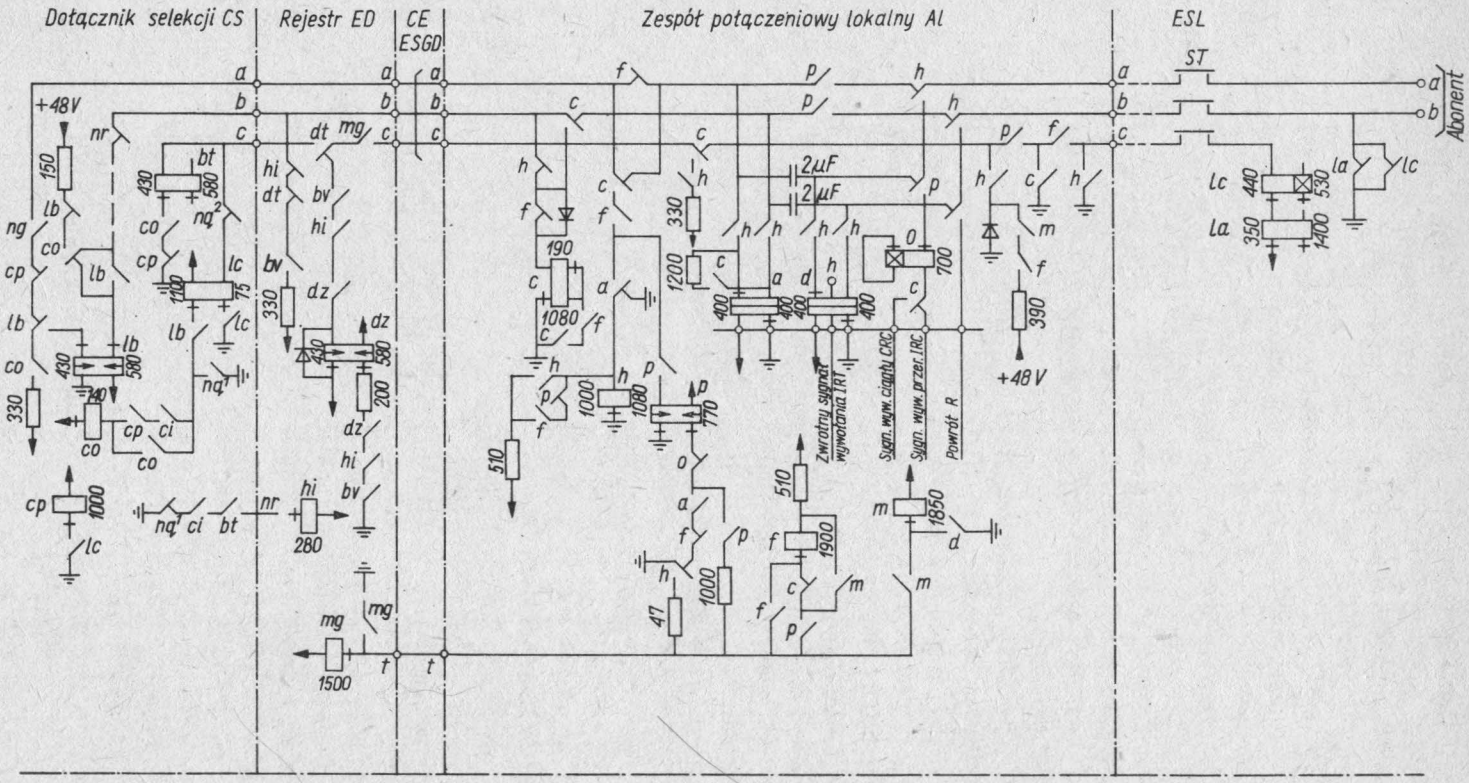
Ponieważ przekaźniki *lb* i *cp* dołącznika selekcji zwolniły, przeto do przewodu *a* zostaje dołączony minus baterii, wskutek czego w zespole połączeniowym *AL* zostaje wzbudzony przekaźnik *h* (przekaźniki *ng*, *co* oraz *f* są wtedy czynne). Przekaźnik *h* zapewnia podtrzymanie przekaźników *lc* i *la* w wyposażeniu łącza *AbB*.

Po zadziałaniu przekaźnika *h* na przewodzie *c*, od strony zespołu połączeniowego *AL*, pojawia się minus, wskutek czego w dołączniku selekcji zostaje wzbudzony przekaźnik *bt*. Przekaźnik ten przyłącza plus do przewodu *nr*, do którego w rejestrze *ED* jest przyłączony przekaźnik *hi*. Przekaźnik ten zostaje wzbudzony i powoduje zwolnienie dołącznika selekcji.

Po odłączeniu się dołącznika selekcji znika minus z przewodu *a* i +48 V z przewodu *b*; w zespole połączeniowym *AL* zwalnia przekaźnik *c*. Na przewodzie *c*, w stronę rejestru, pojawia się plus z zestyku *c*. Wskutek zwolnienia przekaźnika *c* zwalnia na moment przekaźnik *a* i zwiera zwojnicę przekaźnika *h*, który jednakże nie zwalnia.

Rejestr *ED* przyłącza do przewodu *c* lewą zwojnicę, różnicowo włączonego, uruchomionego wcześniej przekaźnika *dz*. Ponieważ zespół połączeniowy *AL* przyłączył plus do przewodu *c* (przez zestyk zwierny czynnego przekaźnika *h* i zestyk rozwierny zwolnionego przekaźnika *c*), przeto przekaźnik różnicowy *dz* zwolni.

Przekaźnik *dz* przerywa obwód działania przekaźnika kh^1 rejestru. Po zwolnieniu przekaźnika kh^1 w zespole zwrotnika *JE* przyciąga przekaźnik *jb* i dokonuje połączenia szukacza *CA* bloku liniowego *ESL* z mostkiem wejściowym ramy *SP* bloku grupowego *ESGD* (przewody *a*, *b*, *c*, *t*). Dzięki temu łącze *AbA* zostanie przedłużone



Rys. 15.17. Uproszczony schemat ideowy zespołu połączeniowego lokalnego *AL*

do zespołu połączeniowego *AL*. W pętli abonenckiej zostaje wzbudzony przekaźnik zasilający *a*, który rozwiera zwojnicę przekaźnika kontrolnego *h* (rys. 15.18).

Działający przekaźnik *h* przyłącza plus do przewodów *c* i *t* zespołu połączeniowego *AL*, zarówno w stronę *AbA*, jak i *AbB*.

Dzięki plusowi, przyłączonemu do przewodów *c*, pozostają wzbudzone przekaźniki *lc* i *la* w wyposażeniu łączy tych abonentów, natomiast dzięki plusowi przyłączonemu do przewodu *t* — elektromagnesy mostków, użytych do zestawienia drogi połączeniowej oraz przekaźnik *jb* zwrotnika *JE*.

W tym stanie rzeczy do *AbB* jest wysyłany sygnał wywołania, a do *AbA* — zwrotny sygnał wywołania. W zespole połączeniowym *AL* są czynne przekaźniki: *a*, *h*, *p* i *f*. Do czasu zwolnienia przekaźnika *c* do *AbB* jest wysyłany wstępny sygnał wywołania, a do *AbA* — zwrotny wstępny sygnał wywołania, po zwolnieniu zaś przekaźnika *c* — sygnały okresowe.

W obwodzie sygnału wywołania znajduje się zwojnica opóźnionego na przyciąganie przekaźnika urywającego dzwonienie *o*. Wysyłanie sygnału zwrotnego do *AbA* odbywa się za pomocą zwojnic przekaźnika zasilającego *d*, pełniącego w tym czasie rolę transformatora.

Po podniesieniu mikrotelefonu przez *AbB* zostaje wysterowany przekaźnik *o* wskutek przepływu prądu stałego w pętli abonenckiej. Przekaźnik *o* przerywa obwód przekaźnika *p*, który zwalnia i odłącza przekaźnik *o*. Sygnał wywołania urywa się.

Po zwolnieniu przekaźnika *p* do łącza *AbB* są przyłączone zwojnice przekaźnika zasilającego *d*. Przakaźnik ten zostaje wzbudzony i zamyka obwód przekaźnika *m*, który swoim zestykiem zwiera zwojnice przekaźnika *f*.

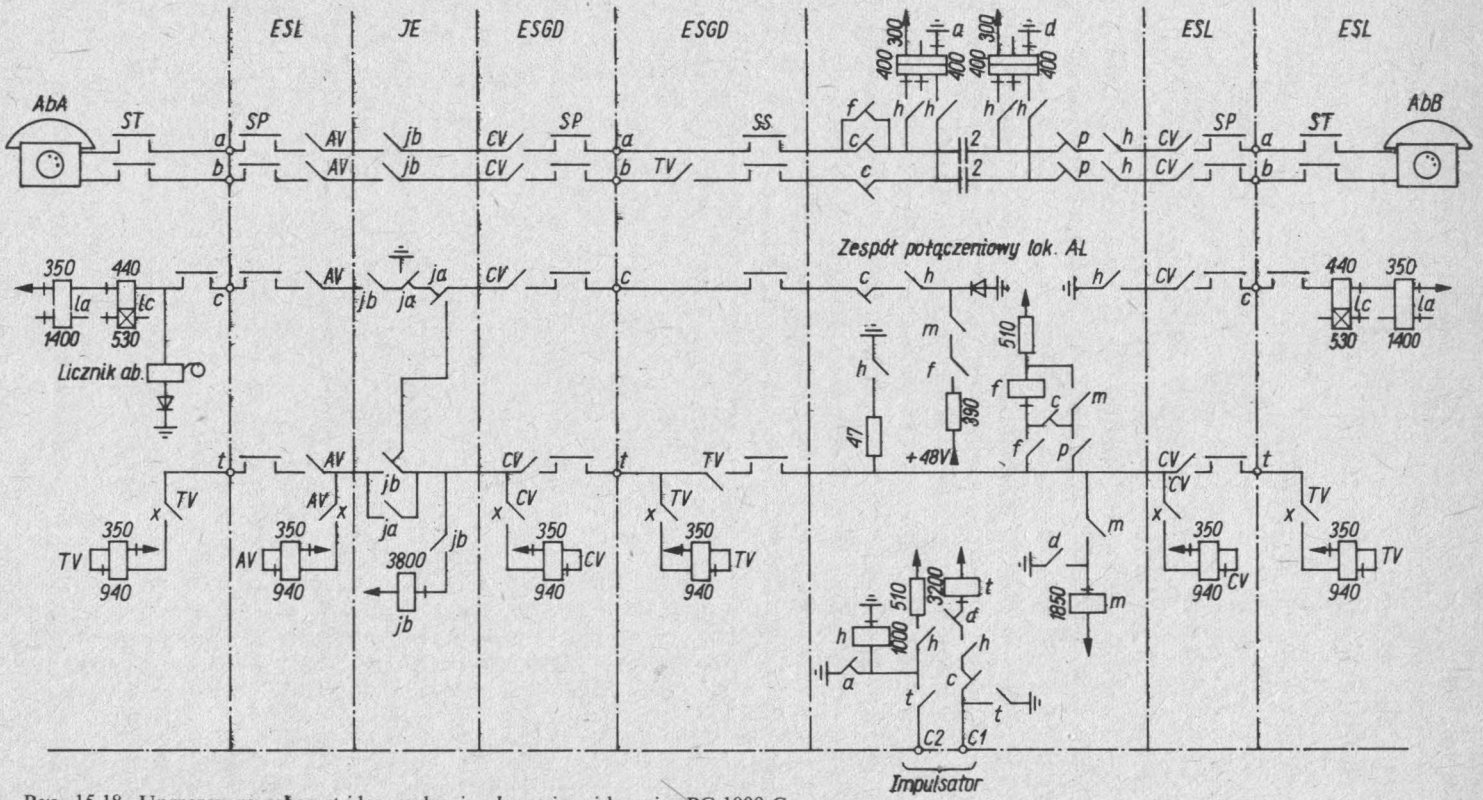
W czasie wydłużonego zwalniania przekaźnika *f* do przewodu *c* w stronę wyposażenia łącza *AbA* jest przyłączony biegun +48 V baterii licznikowej, dzięki czemu działa licznik abonencki i rejestruje połączenie.

W czasie rozmowy w zespole połączeniowym *AL* są czynne przekaźniki *a* i *d*, zasilające mikrofony abonentów, przekaźnik *h* zapewniający obwody podtrzymania elektromagnesów mostkowych, przekaźnika *jb* oraz przekaźników odłącznych *lc* i liniowych *la* abonentów, a także przekaźnika *m*.

Gdy po skończonej rozmowie *AbA* odłoży mikrotelefon na widełki, zwalnia przekaźnik *a*, a po nim z opóźnieniem, przekaźnik *h*. Z przewodów *c* i *h* znika plus, wskutek czego zwalniają elektromagnesy mostkowe i droga połączeniowa zostaje rozłączona. W wyposażeniu łącza *AbB* zwalnia przekaźnik *la*; przekaźnik *lc*, jako opóźniony nie zwalnia lecz podtrzymuje się w pętli abonenckiej. W obwodzie podtrzymania przekaźnika *lc* znajduje się źródło sygnału zajętości odbieranego przez abonenta.

Jeżeli pierwszy odłoży mikrotelefon *AbA*, to zwolni przekaźnik *d* i przygotuje obwód przyciągania przekaźnika *t*.

Po nadejściu impulsu po przewodzie *c1* działa przekaźnik *t* i przygotowuje obwód zwarcia zwojnicy przekaźnika *h*. Gdy nadejdzie drugi impuls rozłączeniowy po przewodzie *c2* przekaźnik *h* zwalnia i następuje rozłączenie. *AbA* odbiera sygnał zajętości z wyposażenia swojego łącza.



Rys. 15.18. Uproszczony schemat ideowy drogi połączeniowej łącznicy PC 1000 C

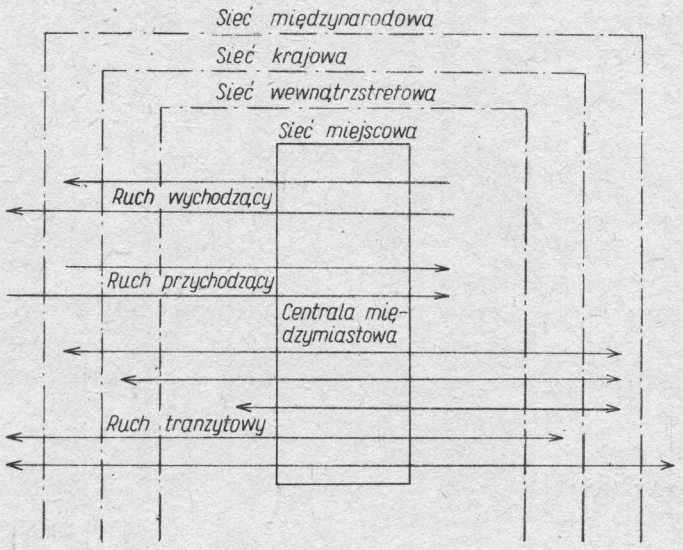
16. Łącznice międzymiastowe automatyczne

16.1. Wiadomości ogólne o łącznicy międzymiastowej automatycznej GCI

Łącznica międzymiastowa automatyczna GCI, jako łącznica duża (a więc mająca zdolność obsłużenia ruchu telefonicznego o dużym natężeniu i dużej liczbie łączy) jest przeznaczona dla dużych central międzymiastowych automatycznych.

Centrala międzymiastowa GCI, pracująca na obszarze strefy numeracyjnej (rys. 16.1) obsługuje:

— ruch wychodzący międzymiastowy i międzynarodowy, automatyczny,
— ruch przychodzący międzymiastowy i międzynarodowy automatyczny (z wyjątkiem sieci stołecznej, w której centrala międzynarodowa współpracuje bezpośrednio z siecią miejscową w ruchu przychodzącym).
— ruch tranzytowy międzymiastowy automatyczny,



Rys. 16.1. Rodzaje ruchu telefonicznego międzymiastowego i międzynarodowego obsługiwanego przez automatyczną centralę międzymiastową *GCI*

Łącznice GCI mogą być budowane w kilku odmianach przystosowanych do obsługi:

— ruchu przychodzącego i tranzytowego,

— ruchu wychodzącego,
— ruchu przychodzącego i tranzytowego oraz wychodzącego (łącznice uniwersalne).

Wyposażenie komutacyjne oraz urządzenia utrzymania wymienionych typów łącznic są jednakowe; różnice odnoszą się natomiast do wyposażenia liniowego łączy oraz urządzeń sterujących.

Stopień wybierczy łącznicy, zbudowany z wybieraków krzyżowych, charakteryzuje się dużą pojemnością i komutacją wieloprzewodową, dzięki której jest możliwe komutowanie dwutorowe łączy. Bloki stopnia są obsługiwane przez cechowniki.

Podstawowym urządzeniem sterującym łącznicy jest rejestr, współpracujący z cechownikami blokowymi oraz przelicznikiem przekaźnikowym. Dołączenie rejestrów do zespołów liniowych przyjściowych jest zadaniem stopnia preselekcji.

Aby sprostać wymogom sygnalizacji międzyrejestrowej, która przewiduje stosowanie kodu wieloczęstotliwościowego MFC R.2 i kodu dekadowego, rejestry mają zapewniony dostęp do odbiorników i nadajników kodów obydwu rodzajów.

Umożliwia to centrali międzymiastowej GCI współpracę z centralami miejscowymi i międzymiastowymi za pomocą sygnalizacji międzyrejestrowej obydwu rodzajów.

Sygnalizacja liniowa stosowana na łączach międzymiastowych jest sygnalizacją impulsową pozapasmową.

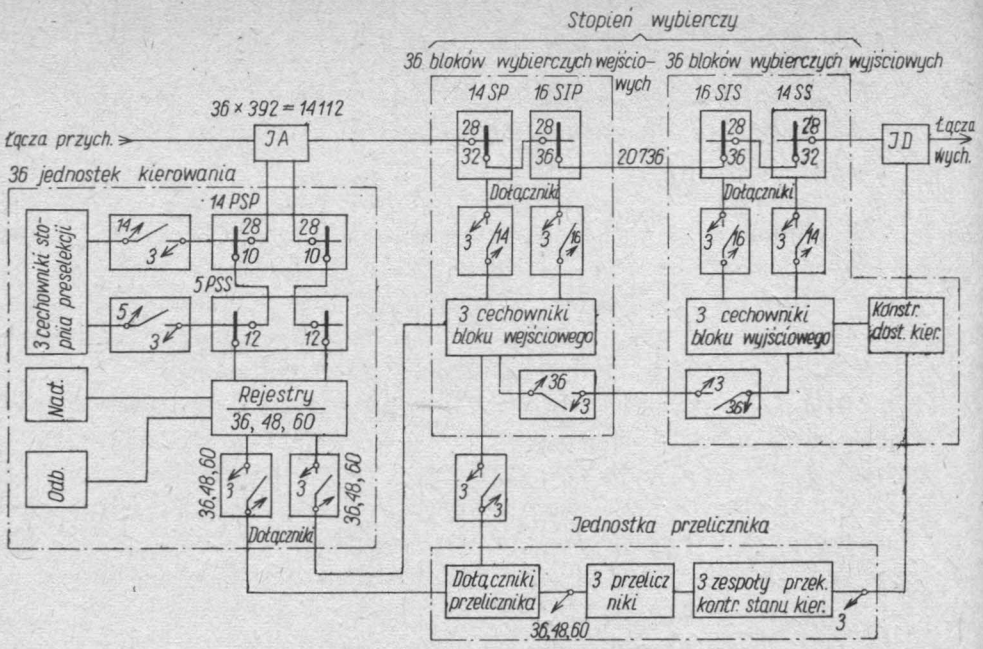
W łącznicy GCI zastosowano typowe elementy Pentaconta:
— przekaźniki standardowe Pentaconta, okrągłe i owalne,
— wybieraki krzyżowe Pentaconta.

Ponadto stosowane są elementy pomocnicze, jak przekaźniki pięciokrotne, przekaźniki wielokrotne oraz elementy elektroniczne i magnetyczne.

Napięcie zasilania wynosi 48 V.

16.2. Układ blokowy łącznicy GCI

Łącznica międzymiastowa GCI składa się z następujących układów funkcjonalnych (rys. 16.2):
— **stopnia wybierczego,** zbudowanego z bloków wejściowych, do których są dołączone łącza przychodzące, wyposażone w translacje przyjściowe oraz bloków wyjściowych, do których są dołączone łącza wychodzące, wyposażone w translacje wyjściowe:
— **jednostek kierowania,**
— **jednostki przelicznika,**
— **urządzeń utrzymania.**



Rys. 16.2. Schemat blokowy automatycznej łącznicy międzymiastowej *GCI*

JA — translacja przyjściowa, *JD* — translacja wyjściowa, *PSP* — sekcja pierwsza stopnia preselekcji, *PSS* — sekcja druga stopnia preselekcji, *SIP* — sekcja pierwsza pośrednicząca stopnia wybierczego, *SIS* — sekcja druga pośrednicząca stopnia wybierczego, *SP* — sekcja pierwsza stopnia wybierczego, *SS* — sekcja druga stopnia wybierczego

16.2.1. Stopień wybierczy łącznicy GCI

Stopień wybierczy ma budowę czterosekcyjną. Jest zbudowany z dwusekcyjnych bloków wybierczych, wejściowych i wyjściowych.

Blok wejściowy (rys. 16.3) stanowi jednostkę konstrukcyjną, o 392 wejściach, do których są dołączone łącza przychodzące i ma 576 wyjść, do których są dołączone łącza międzyblokowe łączące je z wejściami bloków wyjściowych. Blok ma dwie sekcje: pierwszą *SP* i pierwszą pośredniczącą *SIP*, połączone łączami międzysekcyjnymi.

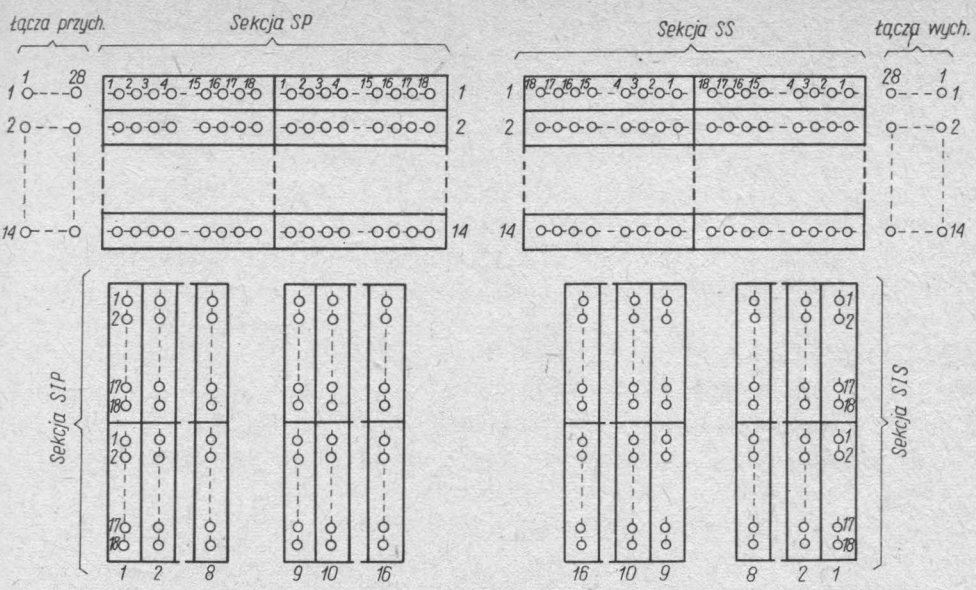
Sekcja *SP* jest zbudowana z 14 grup 18-mostkowych, wybieraków krzyżowych 14-drążkowych, zawierających po 2 wybieraki. Wyjścia mostków obydwu wybieraków są zwielokrotnione wzdłuż drążków.

Sekcja *SIP* jest zbudowana z 16 grup dwuwybierakowych. Wybieraki mają po 18 mostków i 14 drążków. Wyjścia mostków są objęte również wielokrociem drążkowym.

Każda grupa sekcji *SP* jest połączona z każdą grupą sekcji *SIP* dwoma łączami międzysekcyjnymi. Dwa ostatnie mostki wykorzystuje się do celów badaniowych.

Do bloku wejściowego dołącza się $14 \times 28 = 392$ łącza przychodzące i $16 \times 36 = 576$ łączy wychodzących.

Blok wyjściowy (rys. 16.4) jest odbiciem lustrzanym bloku wejściowego: ma 576 wejść i 392 wyjścia. Sekcja *SIS* odpowiada sekcji *SIP*, a sekcja *SS* — sekcji *SP*.



Rys. 16.3. Ugrupowanie bloku wybierczego wejściowego

Rys. 16.4. Ugrupowanie bloku wybierczego wyjściowego

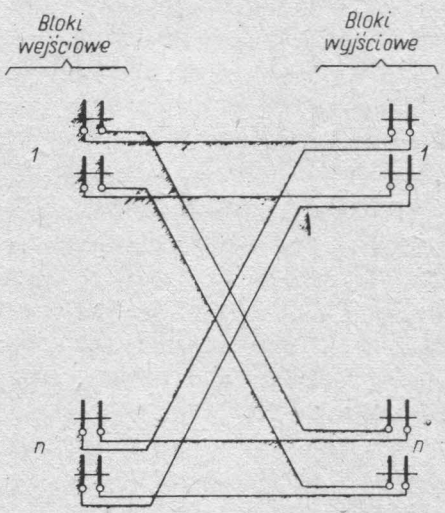
Do obsługi każdego bloku służą trzy cechowniki; dołączanie cechowników do bloków odbywa się za pomocą dołączników przekaźnikowych.

Wymaganą wielkość stopnia wybierczego uzyskuje się stosując odpowiednią liczbę par bloków: wejściowych i wyjściowych. W pełni wyposażony stopień składa się z 36 par bloków, co umożliwia dołączenie do stopnia $36 \times 392 = 14\,112$ łączy przychodzących i tyleż łączy wychodzących.

Z budowy bloków widać, że blok wejściowy ma więcej wejść niż wyjść, a blok wyjściowy — odwrotnie, a zatem liczba łączy międzyblokowych jest większa od liczby łączy przychodzących i wychodzących.

Sposób rozdziału łączy międzyblokowych pokazano na rys. 16.5. Każdy blok wejściowy może być połączony z 36 blokami wyjściowymi; liczba łączy międzyblokowych między blokiem wejściowym i wyjściowym wynosi 16.

Wyjścia bloku wyjściowego rozdziela się pomiędzy 64 kierunki. Ponieważ każdy kierunek powinien być reprezentowany co najmniej w 2...3 blokach, przeto w przypadku stopnia o pojemności maksymalnej można do niego dołączyć około 1000 wiązek liczących średnio po 14 łączy.



Rys. 16.5. Połączenia międzyblokowe w stopniu wybierczym łącznicy *GCI*

Jak wspomniano wcześniej, stopień wybierczy łącznicy GCI zapewnia komutację dwutorową; w tym celu komutuje się 8 przewodów:

- 4 przewody tworzą drogę rozmówną dwutorową,
- 3 przewody są wykorzystane do sygnalizacji wewnętrznej i zewnętrznej,
- 1 przewód służy do podtrzymania drogi połączeniowej.

Przewody drogi rozmównej nie są wykorzystywane do sygnalizacji wewnętrznej.

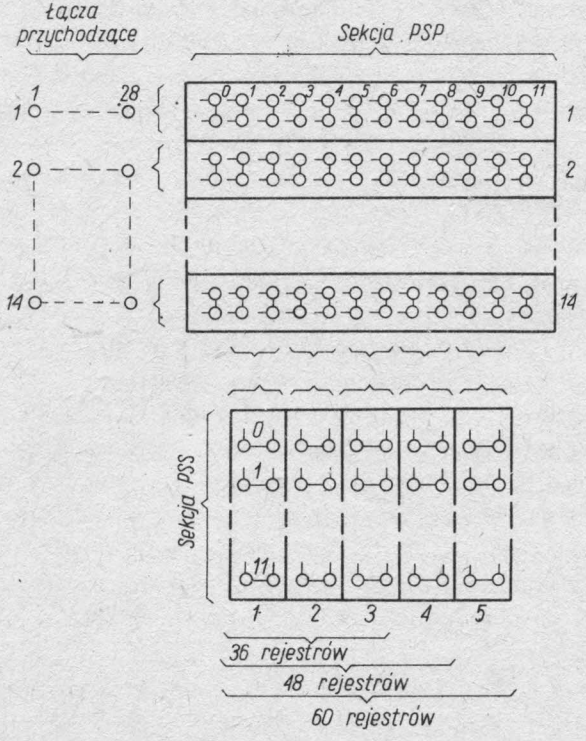
16.2.2. Jednostka kierowania łącznicy GCI

Bloki wejściowe stopnia wybierczego łącznicy GCI mają przydzielone urządzenia sterujące zwane **jednostkami kierowania.**

Na wyposażenie jednostki kierowania składa się: grupa rejestrów, odbiorniki i nadajniki kodu, stopień preselekcji, cechowniki stopnia preselekcji, dołączniki rejestrów do jednostki przelicznika i stopnia wybierczego.

Zadaniem jednostki kierowania jest sterowanie połączeniem w obrębie łącznicy GCI i poza łącznicą, w obrębie sieci międzymiastowej.

Rejestry są dołączane do translacji przyjściowych za pomocą stopnia preselekcji, którego ugrupowanie pokazano na rys. 16.6. Stopień ten ma budowę dwusekcyjną (sekcje *PSP* i *PSS*) i komutację 16-przewodową, co uzyskano łącząc parami mostki o komutacji 8-przewodowej.



Rys. 16.6. Ugrupowanie bloku stopnia preselekcji

Sekcja pierwsza *PSP* jest zbudowana z 14 grup, z których każda jest objęta wielokrociem drążkowym 28-wejściowym. Liczba wejść stopnia wynosi zatem $14 \times 28 = 392$.

Poszczególne pary mostków tej sekcji są włączone do wielokrocia grup sekcji drugiej *PSS*. Grup tych może być w sekcji *PSS* 3, 4 lub 5, stąd liczba rejestrów, które dołącza się do wejść par mostków tej sekcji, może wynosić odpowiednio: $3 \times 12 = 36$, $4 \times 12 = 48$ lub $5 \times 12 = 60$.

Do budowy stopnia preselekcji używa się tzw. ram szerokich, które są wyposażone w 2 zespoły liczące po 12 mostków. Można również zbudować ten stopień z ram wąskich, mając po 2×9 mostków i wówczas 392 translacje przyjściowe są obsługiwane przez 36 lub 45 rejestrów.

Liczba rejestrów jednostki kierowania zależy od systemu eksploatacji, rodzaju zastosowanej sygnalizacji i czasu zajmowania rejestru. Grupa może zawierać dwa typy rejestrów, wyposażonych na stałe w odpowiednie nadajniki i odbiorniki. Istnieje również możliwość dołączenia do rejestru odpowiednich nadajników i odbiorników za pomocą dołącznika.

Jednostki kierowania są przystosowane do obsługiwania połączeń przy użyciu sygnalizacji kodem wieloczęstotliwościowym MFC R.2 lub dziesiętnym.

Rozróżnia się więc:

— jednostki kierowania dla połączeń przychodzących końcowych i tranzytowych tzw. jednostki „MFC R.2",
— jednostki kierowania dla połączeń wychodzących, tzw. jednostki „dekadowe",
— jednostki kierowania dla połączeń półautomatycznych.

Jednostka kierowania dla połączeń przychodzących jest przystosowana do odbioru sygnałów MFC, przy czym może ona przyjmować maksymalnie 9 cyfr numeru abonenta żądanego, co jest wystarczające dla potrzeb numeracji strefowej. Połączenia nie są zaliczane. Jeżeli połączenie ma charakter tranzytowy i jest zestawione metodą tzw. „tranzytu", to rejestr przyjmuje tylko pierwsze cyfry numeru, a reszta cyfr jest przekazywana z centrali wyjściowej kodem MFC R.2 do centrali docelowej już bez jego udziału. Natomiast przy metodzie tzw. „tandemu" rejestr przyjmuje pełny numer kodem MFC i przekazuje go do centrali docelowej kodem dziesiętnym.

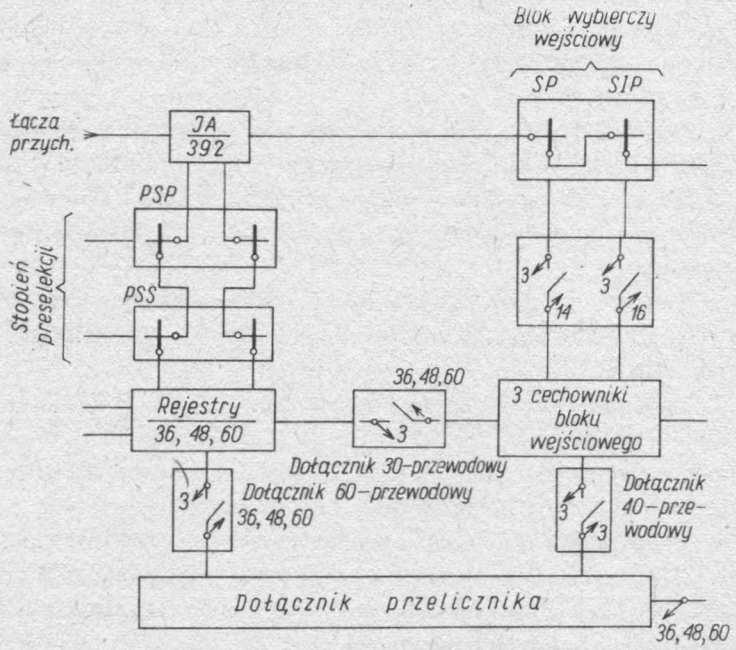
Na podstawie przewidywanego natężenia ruchu, obsługiwanego przez grupę 392 translacji przyjściowych z sygnalizacją MFC R.2, ustalono, że jednostka kierowania dla połączeń przychodzących powinna mieć 48 rejestrów.

Jednostka kierowania dla połączeń wychodzących obsługuje ruch międzymiastowy wychodzący od central miejscowych strefy numeracyjnej, które mogą być zarówno systemu Pentaconta jak i 32AB oraz K-66. Rejestr przyjmuje wówczas pełny numer nadawany przez abonenta wywołującego, zawierający do 14 cyfr, określa taryfę połączenia i zestawia połączenie w obrębie stopnia wybierczego centrali własnej, jak i w centralach współpracujących. Ponieważ jest stosowany odbiór sygnałów wybierczych dziesiętnych, co trwa dłużej niż odbiór sygnałów kodu MFC, przeto liczbę rejestrów w jednostce zwiększono do 60.

Jednostka kierowania dla połączeń półautomatycznych jest przystosowana do współpracy ze stanowiskami ręcznymi. Rejestr odbiera sygnały wybiercze nadawane klawiaturą kodem prądu stałego „2 z 5" i może przyjmować do 14 cyfr. W wyposaże-

niu rejestru są przewidziane nadajniki kodu MFC R.2 i kodu dziesiętnego. Liczba rejestrów wynosi 36.

W trakcie zestawienia połączenia rejestry jednostek kierowania współpracują z jednostką przelicznika i cechownikami bloku wejściowego, z którymi dana jednostka kierowania jest połączona. W łącznicach GCI nie stosuje się dróg sygnalizacyjnych lecz dołączniki wieloprzewodowe, zbudowane z przekaźników wielokrotnych (rys. 16.7).



Rys. 16.7. Powiązanie jednostki kierowania z jednostką przeliczników i stopniem wybierczym łącznicy *GCI*

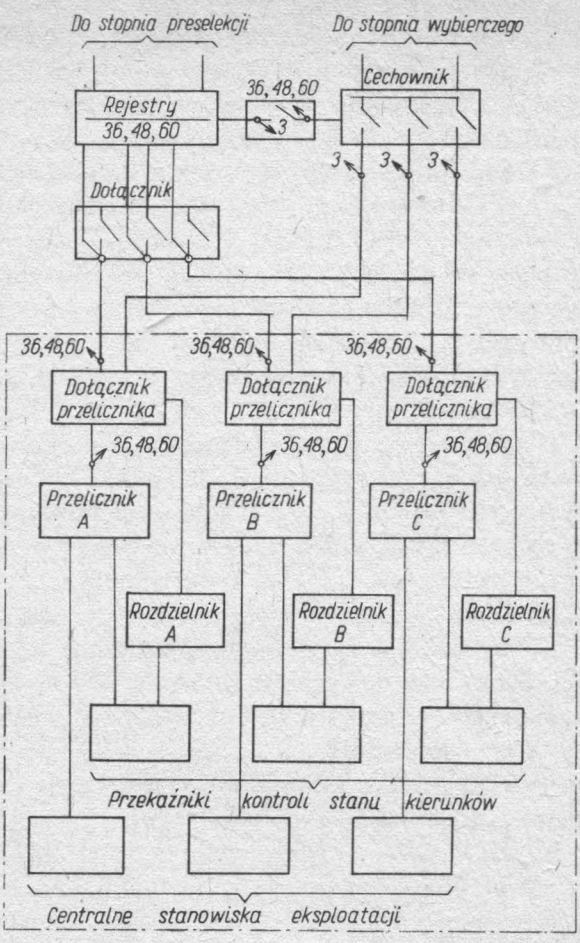
Typowy dołącznik jest zbudowany z 9 takich przekaźników i umożliwia połączenie 20 zespołów wywołujących z 3 zespołami wywoływanymi za pomocą 30 przewodów, albo 10 zespołów wywołujących z 3 zespołami wywoływanymi za pomocą 60 przewodów.

16.2.3. Jednostka przeliczników łącznicy GCI

Łącznica międzymiastowa GCI jest wyposażona w **jednostkę przeliczników**, której zadaniem jest analiza informacji otrzymywanych z rejestrów, współpraca ze stopniem wybierczym, informowanie rejestru o programie działania, który należy stosować w czasie zestawiania drogi połączeniowej, o numerze taryfy właściwej dla połączenia oraz informowanie cechownika o kodzie wybierania wewnętrznego.

Jednostka przeliczników (rys. 16.8) wyposażona maksymalnie składa się z: 3 przeliczników *A*, *B* i *C*, 108 dołączników przeliczników, rozdzielników, łańcuchów przekaźnikowych, centralnego zespołu obsługi.

Każdy z przeliczników jest obsługiwany przez 36 dołączników, za pośrednictwem



Rys. 16.8. Układ blokowy jednostki przeliczników

których ma dostęp do 36 jednostek kierowania oraz cechowników bloków wybierczych.

Przelicznik składa się z elektronicznego dekodera informacji otrzymywanych z jednostki kierowania, matrycy, zbudowanej z rdzeni ferrytowych, za pomocą której jest określana droga odpowiadająca odebranym informacjom oraz wzmacniaczy, odczytujących zapis z matrycy ferrytowej i przekazujących wynik do pamięci buforowej dołącznika, obsługującego dany przelicznik. Dołącznik zawiera ponadto elementy, umożliwiające współpracę układów przekaźnikowych jednostki sterowania z elektronicznymi układami przelicznika.

Rozdzielnik elektroniczny, obsługujący daną grupę dołączników przelicznika, służy do wykrywania i zapamiętywania wywołań ze strony dołączników oraz dołączania kolejnego przelicznika do wywołujących dołączników.

Łańcuch przekaźników kontroli stanu kierunków kontroluje stan wszystkich kierunków w blokach wyjściowych i przekazuje go do przelicznika.

Rejestr jednostki kierowania łączy się z przelicznikiem za pośrednictwem dołącznika przelicznika. W odpowiednich chwilach, określonych przez rejestr, dołącznik łączy

go z przelicznikiem. Dołącznik, żądający połączenia z przelicznikiem, odpowiednio cechuje się. Rozdzielnik wykrywa i zapamiętuje pojawiające się w danej chwili wywołania od dołączników obsługiwanej przez siebie grupy, a następnie kolejno łączy je z przelicznikiem dla wymiany informacji.

Wymiana informacji odbywa się w trzech fazach, trwających po kilka milisekund:

a. W fazie pierwszej, zwanej fazą weryfikacji albo sprawdzania, następuje rozpoznanie przez przelicznik czy otrzymany z rejestru wskaźnik międzymiastowy jest w danej sieci używany oraz sprawdzenie, czy wiązka łączy żądanego kierunku jest dostępna. Również kategoria łącza przychodzącego jest porównywana z kierunkiem żądanym. W przypadku odpowiedzi negatywnej przelicznik kieruje połączenie do maszyny mówiącej lub zleca rejestrowi wysłanie sygnału natłoku w kierunku centrali wyjściowej.

Wynik analizy przelicznik przekazuje do rejestru za pośrednictwem dołącznika; dołącznik spełnia jednocześnie rolę pamięci buforowej. Wyniki pracy przelicznika są w nim przechowywane w celu dalszego przekazania do rejestru. Podczas zestawiania połączenia rejestr współpracuje z tym samym dołącznikiem.

Przekazywanie sygnałów do przelicznika i nadawanie sygnałów z przelicznika odbywa się po drodze wieloprzewodowej kodem „2 z 5".

b. W fazie drugiej, zwanej fazą wskazania, rejestr, który odebrał wynik weryfikacji, dołącza się do cechownika bloku wejściowego i powoduje dołączenie go do dołącznika przelicznika. Rejestr ponownie przekazuje do przelicznika informacje, które przekazał w fazie weryfikacji, natomiast przelicznik informuje cechownik bloku wejściowego o tym, które bloki wybiercze wyjściowe mają dostęp do wolnych łączy żądanego kierunku i dysponują wolnymi cechownikami. Informacje te przelicznik uzyskuje za pośrednictwem przekaźników kontroli stanu kierunków.

W przypadku niedostępności kierunku żądanego przelicznik wysyła odpowiednią informację do rejestru.

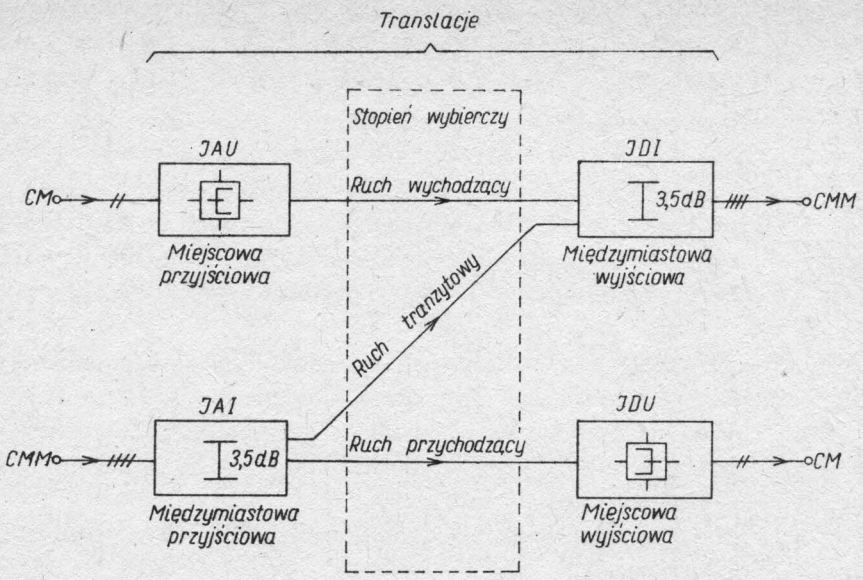
c. W fazie trzeciej, zwanej fazą kodowania, cechownik bloku wejściowego dokonuje wyboru bloku wyjściowego zapewniającego dostęp do żądanego kierunku. Cechownik przygotowuje się następnie do przyjęcia kodu wybierania wewnętrznego i informuje o tym przelicznik oraz rejestr.

Rejestr nadaje do przelicznika informacje, które nadawał w fazie wskazania. W odpowiedzi przelicznik przekazuje do rejestru kodem „2 z 6" program nadawania do centrali docelowej oraz wielkość taryfy, a do cechownika kodem „2 z 5" — kod wybierania wewnętrznego $X—Y$ (dwie cyfry) oraz wielkość taryfy.

16.2.4. Zespoły liniowe i sygnalizacja liniowa

Zespoły liniowe, dzięki zastosowaniu w łącznicy komutacji 8-przewodowej, zostały odciążone od zadań związanych z sygnalizacją i są stosunkowo proste.

Do pola stopnia wybierczego są dołączone dwa zasadnicze rodzaje łączy: przychodzące i wychodzące, łączące centralę międzymiastową GCI z centralami miejscowymi strefy numeracyjnej i innymi centralami międzymiastowymi (rys. 16.9).



Rys. 16.9. Zespoły liniowe łącznicy *GCI*

Łącza te są następujących rodzajów:

a) łącza jednotorowe prądu stałego z sygnalizacją liniową ciągłą łączące centrale miejscowe systemu Pentaconta, K—66 i 32AB danej strefy numeracyjnej z centralą GCI, przystosowane do przekazywania sygnałów wybierczych kodem MFC R.2 lub dziesiętnym i odbierania impulsów zaliczających, przeznaczone do obsługi ruchu międzymiastowego wychodzącego w sposób automatyczny;

b) jak wyżej, lecz przeznaczone do obsługi ruchu międzymiastowego wychodzącego w sposób półautomatyczny (łącza zgłoszeniowe „900");

c) łącza jednotorowe prądu stałego z sygnalizacją liniową ciągłą, łączące centralę międzymiastową GCI z centralami miejscowymi systemu Pentaconta, K—66 lub 32AB danej strefy, przystosowane do przekazywania sygnałów wybierczych kodem MFC R.2 lub dziesiętnym oraz do oferowania, przeznaczone do obsługi ruchu międzymiastowego przychodzącego;

d) łącza jednotorowe prądu przemiennego o częstotliwości 50 Hz z sygnalizacją liniową impulsową, łączące centrale miejscowe systemu K—66 i 32AB danej strefy numeracyjnej z centralą międzymiastową GCI, przystosowane do przekazywania sygnałów wybierczych dziesiętnych i odbierania impulsów zaliczających, przeznaczone do obsługi ruchu międzymiastowego wychodzącego w sposób automatyczny;

e) jak wyżej, lecz łączące centrale GCI z centralami miejscowymi K—66 i 32AB danej strefy numeracyjnej, przeznaczone do oferowania, bez przekazywania impulsów zaliczających i do obsługi ruchu międzymiastowego przychodzącego;

f) łącza jednotorowe prądu przemiennego o częstotliwości 50 Hz o sygnalizacji liniowej impulsowej, łączące centrale miejscowe Pentaconta danej strefy numeracyjnej z centralą GCI, przystosowane do przekazywania sygnałów rejestrowych kodem

MFC R.2 i odbierania impulsów zaliczających, przeznaczone do obsługi ruchu międzymiastowego wychodzącego w sposób automatyczny;

g) jak wyżej, lecz łączące centralę międzymiastową GCI z centralami miejscowymi Pentaconta, bez przekazywania impulsów zaliczających, przystosowane do oferowania, przeznaczone do obsługi ruchu międzymiastowego przychodzącego;

h) łącza dwutorowe naturalne lub nośne o sygnalizacji liniowej impulsowej pozapasmowej, łączące centralę GCI z innymi centralami tego typu, przystosowane do przekazywania sygnałów międzyrejestrowych kodem MFC i odbierania sygnału oferowania, przeznaczone do obsługi ruchu międzymiastowego wychodzącego, przychodzącego i tranzytowego;

i) łącza dwutorowe naturalne lub nośne o sygnalizacji liniowej impulsowej 2280 Hz pozapasmowej, łączące centrale pracujące w systemie *miasto-miasto* z centralą GCI, przystosowane do przekazywania sygnałów wybierczych kodem dziesiętnym i odbierania sygnału oferowania, przeznaczone do obsługi ruchu międzymiastowego przychodzącego i tranzytowego.

Jak widać z przytoczonego wyliczenia, współpraca centrali GCI z innymi centralami charakteryzuje się tym, że:

a) współpraca z centralami miejscowymi systemu 32AB, K—66 i Pentaconta odbywa się za pomocą dwóch wiązek łączy jednotorowych (przychodzącej i wychodzącej) prądu stałego lub przemiennego o częstotliwości 50 Hz;

b) sygnalizacja liniowa na łączach prądu stałego jest sygnalizacją ciągłą, a na łączach prądu przemiennego — impulsową, przy czym kody sygnałowe są zróżnicowane: dla central miejscowych Pentaconta zastosowano kod analogiczny do stosowanego na łączach międzymiastowych łączących centrale międzymiastowe GCI;

c) przekazywanie sygnałów wybierczych z central miejscowych sytemu 32AB i K—66 i w kierunku odwrotnym odbywa się kodem dziesiętnym, natomiast wymiana sygnałów rejestrowych między centralą miejscową Pentaconta i centralą międzymiastową GCI — kodem MFC R.2;

d) zespoły liniowe łączy przychodzących są przystosowane do przekazywania z centrali międzymiastowej GCI do central miejscowych sygnałów zaliczających:
— po łączach prądu stałego w postaci zmiany biegunowości łącza na czas 150 ms,
— po łączach prądu przemiennego w postaci krótkotrwałego (50 ... 80 ms lub 150 ms, zależnie od systemu centrali miejscowej) impulsu prądu przemiennego o częstotliwości 50 Hz

e) zespoły liniowe łączy wychodzących są przystosowane do przekazywania od centrali międzymiastowej do centrali miejscowej sygnału oferowania i sygnału dzwonienia powtórnego;

f) zespoły liniowe (wychodzące i przychodzące) są wyposażone w rozgałęźniki;

g) współpraca z innymi centralami międzymiastowymi GCI odbywa się za pomocą przychodzących i wychodzących łączy dwutorowych naturalnych lub nośnych;

h) sygnalizacja liniowa na łączach międzymiastowych jest sygnalizacją impulsową, przy czym do celów sygnalizacyjnych wykorzystuje się częstotliwość pozapasmową 3825 Hz;

i) wymiana sygnałów rejestrowych między centralami międzymiastowymi odbywa się za pomocą kodu MFC R.2;

j) zespoły liniowe łączy międzymiastowych, zarówno wychodzące, jak przychodzące, są przystosowane do przekazywania sygnału oferowania oraz są wyposażone w tłumiki o tłumienności 3,5 dB dopasowujące je do zespołów liniowych łączy, łączących z centralami miejscowymi;

k) współpraca z innymi centralami pracującymi w systemie *miasto-miasto* odbywa się za pomocą łączy dwutorowych, naturalnych lub nośnych;

l) sygnalizacja liniowa na takich łączach jest sygnalizacją impulsową pozapasmową;

m) przekazywanie sygnałów wybierczych odbywa się kodem dziesiętnym.

16.3. Opis ogólny przebiegu połączeń

Przebieg połączeń zostanie opisany w sposób ogólny na przykładzie połączenia realizowanego przez łącznicę międzymiastową automatyczną GCI w dwóch przypadkach:

— dla jednostki kierowania MFC R.2 obsługującej ruch przychodzący i tranzytowy,
— dla jednostki kierowania dekadowej obsługującej ruch wychodzący.

16.3.1. Ruch przychodzący i tranzytowy

Źródłami ruchu przychodzącego do centrali międzymiastowej GCI są:

— inne centrale międzymiastowe GCI,
— inne centrale międzymiastowe, np. LNI.

Współpracę wymienionych central z centralą GCI (sygnalizacja liniowa i międzyrejestrowa) omawiano w p. 16.2.4. Należy wyjaśnić, że dla połączeń takich nie określa się taryfy, gdyż określa ją albo centrala wyjściowa, albo międzynarodowa. W ostatnim przypadku centrala międzymiastowa GCI przekazuje do współpracującej centrali międzymiastowej numer taryfy kodem MFC R.2.

Jednostka kierowania, tzw. jednostka R.2, przeznaczona do obsługiwania połączeń przychodzących i tranzytowych, jest przystosowana do odbioru sygnałów międzyrejestrowych nadawanych kodem MFC R.2 i nadawania sygnałów międzyrejestrowych zarówno kodem MFC R.2 jak i dziesiętnym.

Po wywołaniu translacji przejściowej *JA*, stanowiącej zakończenie łącza międzymiastowego, następuje faza preselekcji, która ma na celu dołączenie rejestru odpowiedniej jednostki kierowania do zespołu wywołującego.

Po dokonaniu tego rejestr odbiera pierwszą cyfrę, zapamiętuje ją, po czym żąda od rejestru centrali wyjściowej kategorii abonenta wywołującego i trzech dalszych cyfr wybieranego numeru. Po otrzymaniu wymaganych informacji rejestr przywołuje przelicznik (faza „weryfikacji") i przekazuje mu odebrane cyfry i kategorię *AbA*.

Przelicznik porównuje odebrany numer żądany z kategorią łącza przychodzącego

(czy dane łącze może być łączone z kierunkiem żądanym) oraz sprawdza dostępność łączy kierunku żądanego. Po dokonaniu powyższych czynności przelicznik przekazuje do rejestru wynik analizy. Rezultaty dokonanych działań mogą być różne i w zależności od tego przelicznik wydaje rejestrowi różne dyspozycje:

— przekazany numer jest niewłaściwy — w takim przypadku przelicznik poleca rejestrowi wysłać wstecz sygnał A4 — natłok;

— odebrany numer nie istnieje albo kategoria *AbA* nie przewiduje połączenia z kierunkiem żądanym — przelicznik poleca rejestrowi wysłać sygnały A3 i A5 — podać kategorię *AbA*;

— kierunek żądany jest zajęty — przelicznik zabrania zestawienia połączenia i poleca rejestrowi wysłać sygnał A4, jeżeli *AbA* jest abonentem zwykłym lub zezwala zestawić połączenie, ale kieruje je do telefonistki, jeżeli *AbA* jest telefonistką;

— odebrane cyfry nie wystarczają do zestawienia połączenia — przelicznik poleca rejestrowi zażądać cyfr dalszych (podać następną cyfrę) i zgłosić się ponownie;

— przelicznik otrzymał wszystkie potrzebne do zestawienia połączenia informacje, połączenie nie jest dla *AbA* zabronione, są wolne łącza w kierunku żądanym — przelicznik zezwala na zestawienie połączenia przez stopień wybierczy. Po zezwoleniu przez przelicznik na zestawienie połączenia w stopniu wybierczym rejestr łączy się z jednym z cechowników bloku wejściowego, do którego jest dołączone łącze wywołujące. Następnie cechownik zgłasza się po dyspozycje do przelicznika. Przelicznik informuje cechownik bloku wejściowego, które bloki wybiercze wyjściowe mają wolne łącza w kierunku żądanym (faza „wskazania").

Cechownik bloku wejściowego, na podstawie odebranej od przelicznika informacji, wybiera potrzebny blok wybierczy wyjściowy, a następnie żąda od przelicznika podania kodu wybierania — faza „kodowania".

Przelicznik, za pośrednictwem cechownika bloku wejściowego, przekazuje kod wybierania *X*—*Y* do cechownika bloku wyjściowego.

Po zestawieniu połączenia w stopniu wybierczym mogą mieć miejsce następujące przypadki:

— połączenie jest realizowane metodą tzw. „tranzytu" — rejestr wysyła wstecz polecnie powtórnego nadania jednej z odebranych już cyfr, poleca translacji przejść w stan rozmowy i odłącza się; wymiana sygnałów międzyrejestrowych nadawanych kodem MFC R.2, odbywa się bezpośrednio między rejestrami centrali wyjściowej i docelowej;

— połączenie jest realizowane metodą tzw. „tandemu" — rejestr żąda od centrali wyjściowej wszystkich cyfr. Po odebraniu tych cyfr nadaje wstecz sygnał A6 „zestawić obwód rozmówny". Odebrane cyfry rejestr nadaje do centrali docelowej kodem dziesiętnym, po czym poleca translacji przyjściowej przejść w stan rozmowy i odłącza się.

Sygnały informacyjne (zwrotny sygnał wywołania lub sygnał zajętości) odbiera *AbA* z centrali docelowej.

Do zadań translacji przyjściowej należy utrzymanie drogi połączeniowej w czasie rozmowy. Rozłączenie następuje po odebraniu przez tę translację sygnału rozłączenia z centrali wyjściowej.

16.3.2. Ruch wychodzący

Źródłami ruchu wychodzącego z centrali międzymiastowej GCI są centrale:
— miejscowe systemu 32AB i K-66 strefy numeracyjnej,
— miejscowe systemu Pentaconta strefy numeracyjnej,
— miejscowe odległe,
— międzymiastowe ręczne.

Należy dodać, że zespoły translacji przyjściowych łączy międzycentralowych łączących centrale miejscowe systemu 32AB, K-66 i Pentaconta są wyposażone w tzw. zespoły taryfikacyjne, które nadają impulsy zaliczające; zespoły liniowe pozostałych łączy takich urządzeń nie potrzebują, gdyż taryfikacja połączeń międzymiastowych realizowanych za ich pomocą odbywa się na kartkach centrali międzymiastowej ręcznej.

Jednostka kierowania tzw. „dekadowa" ma dostęp, za pośrednictwem szukaczy pomocniczych, do odbiorników kodu MFC R.2 (dla odbioru sygnałów wybierczych od central miejscowych Pentaconta). Ponadto rejestry są wyposażone w nadajniki kodu dziesiętnego oraz MFC R.2, potrzebne do współpracy z centralami docelowymi.

Zajęcie translacji przyjściowej przez *AbA* inicjuje fazę preselekcji, w wyniku której do zespołu wywołującego przyłącza się rejestr.

Jeżeli translacja przejściowa stanowi wyposażenie łącza należącego do centrali 32AB lub K-66 (dekadowej), rejestr wysyła do *AbA* sygnał zgłoszenia centrali międzymiastowej. Abonent wywołujący nadaje numer żądany bezpośrednio do tego rejestru.

Jeżeli natomiast translacja przyjściowa stanowi wyposażenie łącza od centrali Pentaconta (MFC R.2), to numer żądany jest przekazywany kodem MFC R.2 z rejestru centrali miejscowej do rejestru centrali międzymiastowej.

Po odebraniu pierwszych czterech cyfr numeru żądanego rejestr przywołuje przelicznik i przekazuje mu te cyfry (faza weryfikacji).

W zależności od wyniku weryfikacji rejestr otrzymuje od przelicznika dyspozycje:
— przekazany numer jest niewłaściwy — przelicznik poleca rejestrowi wysłać wstecz sygnał A4, jeżeli centrala miejska jest systemu Pentaconta, albo spowodować nadawanie z translacji przyjściowej sygnału zajętości, jeżeli centrala miejska jest systemu 32AB lub K-66;
— odebrany numer nie istnieje albo kategoria *AbA* nie przewiduje połączenia z kierunkiem żądanym — przelicznik poleca rejestrowi wysłać do centrali Pentaconta sygnały A3 i A5 lub skierować połączenie do urządzenia informującego o nieistnieniu wybranego kierunku (w przypadku centrali 32AB lub K-66);
— kierunek żądany jest zajęty — przelicznik poleca rejestrowi wysłać sygnał A4 do centrali Pentaconta lub sygnał zajętości z translacji przyjściowej do centrali 32AB lub K-66;
— odebrane cyfry nie wystarczają do zestawienia połączenia — jak w wypadku ruchu przychodzącego;
— przelicznik otrzymał wszystkie potrzebne do zestawienia połączenia informacje, połączenie nie jest dla *AbA* zabronione, są wolne łącza w kierunku żądanym — jak w przypadku ruchu przychodzącego.

Po zezwoleniu przez przelicznik na zestawienie połączenia rejestr łączy się z cechownikiem bloku wejściowego. Cechownik zgłasza się po dyspozycje do przelicznika, który informuje go, które bloki wyjściowe mają wolne łącza w kierunku żądanym (faza „wskazania").

Po fazie „wskazania" cechownik bloku wejściowego, dzięki informacji otrzymanej z przelicznika wybiera blok wybierczy wyjściowy i żąda od przelicznika podania kodu wybierania. Przelicznik przesyła ten kod, za pośrednictwem cechownika bloku wyjściowego, a za pośrednictwem rejestru wysyła do nadajnika program nadawania informacji oraz do rejestru i cechownika bloku wejściowego — numer taryfy.

W czasie zestawiania połączenia w stopniu wybierczym rejestr może przyjmować pozostałe cyfry numeru *AbB* nadawane kodem MFC R.2 lub dziesiętnym. Po odebraniu pełnego numeru, nadawanego kodem MFC R.2, rejestr nadaje wstecz sygnał A6.

Następnie, po zestawieniu drogi połączeniowej w stopniu wybierczym i wybraniu translacji wyjściowej, rejestr zestawia połączenie w centrali docelowej, korzystając z odpowiedniego nadajnika kodu MFC R.2 lub dziesiętnego.

Po zestawieniu połączenia za pomocą kodu MFC R.2 rejestr otrzymuje z centrali docelowej informację o stanie łącza *AbB* pod postacią odpowiedniego sygnału kodowego. Jeżeli *AbB* jest zajęty, rejestr poleca translacji przyjściowej przejść w stan nadawania sygnału zajętości i rozłącza zestawioną drogę połączeniową. Jeżeli natomiast *AbB* jest wolny, rejestr poleca translacji przejść w stan rozmowy. W przypadku natłoku rejestr wysyła wstecz sygnał A4 lub kieruje *AbA* do specjalnego zespołu, który wysyła tonowy sygnał natłoku.

Jeżeli połączenie do centrali docelowej było zestawiane kodem dziesiętnym, to po wydaniu wszystkich cyfr numeru *AbB* rejestr poleca translacji przyjściowej przejść w stan rozmowy, *AbA* otrzymuje zwrotny sygnał wywołania lub sygnał zajętości z centrali docelowej.

W czasie rozmowy droga połączeniowa jest utrzymywana dzięki translacji przyjściowej, która ponadto nadaje sygnały zaliczające do centrali miejscowej (jeżeli pracuje na łączu od takiej centrali). Rozłączenie drogi połączeniowej w stopniu wybierczym następuje po odebraniu sygnału rozłączenia z centrali wyjściowej.

Zaliczanie rozmowy trwa od chwili zgłoszenia się *AbB* do chwili rozłączenia się *AbA*.

W pewnych przypadkach rejestr wysyła wstecz kodem MFC R.2 numer taryfy. Odbywać się to może w czasie odbierania numeru *AbB* lub później po otrzymaniu numeru taryfy od przelicznika lub centrali międzynarodowej.

16.4. Charakterystyka ogólna łącznic miejsko-międzymiastowych LNI

Łącznice miejsko-międzymiastowe automatyczne LNI, zwane również łącznicami zintegrowanymi lub zespolonymi, stanowią wyposażenie central telefonicznych stref numeracyjnych, jednocześnie spełniających trzy funkcje: central miejskich, central węzłowych strefy numeracyjnej, central międzymiastowych końcowych.

Do centrali miejsko-międzymiastowej będą więc dołączone łącza:
— abonenckie;
— międzycentralowe, łączące z innymi centralami miejscowymi strefy numeracyjnej: miejskimi i wiejskimi oraz z centralami abonenckimi;
— międzymiastowe, łączące z nadrzędną automatyczną centralą międzymiastową, łącza międzymiastowe, łączące z innymi centralami międzymiastowymi tranzytowymi i końcowymi oraz łącza międzymiastowe systemu *miasto-miasto*;
— zgłoszeniowe i pośredniczące od centrali międzymiastowej ręcznej istniejące obok centrali miejsko-międzymiastowej automatycznej.

Centrala miejsko-międzymiastowa obsługuje następujące rodzaje ruchu telefonicznego:
— lokalny: między abonentami własnymi, przy czym do tej kategorii zaliczają się również abonenci central abonenckich;
— miejscowy i strefowy: od abonentów innych central miejscowych strefy numeracyjnej do abonentów centrali miejsko-międzymiastowej oraz w kierunku odwrotnym, a także ruch pomiędzy centralami miejscowymi strefy numeracyjnej;
— międzymiastowy wychodzący automatyczny, kierowany do nadrzędnej centrali międzymiastowej oraz międzymiastowy przychodzący końcowy, a w pewnych sytuacjach także tranzytowy, kierowany do innych central międzymiastowych końcowych. Ruch międzymiastowy wychodzący może być generowany przez abonentów własnych oraz przez abonentów innych central miejscowych strefy numeracyjnej, zaś ruch przychodzący końcowy będzie kierowany do tych samych abonentów;
— międzymiastowy wychodzący i przychodzący końcowy półautomatyczny i ręczny realizowany przez centralę międzymiastową ręczną.

Podstawowymi elementami komutacyjnymi łącznic LNI są:
— przekaźniki: standardowe Pentaconta, okrągłe i owalne;
— wybieraki krzyżowe Pentaconta, mające dużą liczbę mostków i przejście wieloprzewodowe.

Jako elementy pomocnicze są stosowane przekaźniki pięciokrotne i wielokrotne, przekaźniki z zestykiem zwilżanym rtęcią oraz elementy elektroniczne, jak tranzystory, diody, rezystory i kondensatory.

Łącznica LNI, jako łącznica zespolona miejsko-międzymiastowa, zawiera w sobie wyposażenie (komutacyjne, sterujące i liniowe) właściwe dla łącznicy miejskiej systemu Pentaconta 1000 C oraz dla łącznicy międzymiastowej automatycznej. Zespolenie dwóch takich łącznic w jedną charakteryzuje się wieloma zaletami, z których najważniejszymi są:
— możliwość wspólnego wykorzystywania niektórych stopni komutacyjnych i urządzeń sterujących łącznicy, dzięki czemu zmniejsza się ogólna ilość wyposażenia i jego koszt;
— uproszczenie współpracy części międzymiastowej łącznicy z jej częścią miejscową;
— korzyści wynikające z umieszczenia we wspólnym pomieszczeniu obu części, wpływające dodatnio na obniżenie kosztów instalacji i utrzymania.

Część miejscowa łącznicy LNI jest zbudowana i pracuje w sposób właściwy dla

łącznic miejskich PC 1000 C, średniej i dużej pojemności, zaś część międzymiastowa — w sposób właściwy dla łącznic międzymiastowych automatycznych małej i średniej pojemności. Jest to więc łącznica ze sterowaniem scentralizowanym, pracująca w układzie obejściowym. Podstawową jej część stanowią stopnie komutacyjne, zapewniające komutację jedno- i dwutorową. Zestawianie połączeń odbywa się pod kontrolą rejestrów i cechowników, przy udziale urządzeń sterujących takich jak przeliczniki, nadajniki kodu, dołączniki i drogi sygnałowe.

Łącza międzycentralowe od innych central strefy numeracyjnej są jednotorowe w przypadku sygnalizacji liniowej prądem stałym lub przemiennym o częstotliwości 50 Hz oraz dwutorowe — w przypadku sygnalizacji pozapasmowej. Łącza międzymiastowe są dwutorowe.

Sygnalizacja międzyrejestrowa na łączach międzycentralowych i międzymiastowych odbywa się za pomocą kodu dziesiętnego lub kodu wieloczęstotliwościowego MFC R.2 zależnie od systemu centrali współpracującej.

Łącznica jest zasilana ze źródła o napięciu 48 V.

17. Łącznica międzynarodowa MN-60

17.1. Charakterystyka ogólna łącznicy międzynarodowej MN-60

Łącznica międzynarodowa typu MN-60 jest łącznicą telefoniczną bezsznurową z wybierakami krzyżowymi, przeznaczoną do zestawiania połączeń międzynarodowych wychodzących, przychodzących i tranzytowych systemem ruchu szybkiego półautomatycznego lub ręcznego. Może ona pracować również systemem ruchu z oczekiwaniem.

Podstawowymi elementami komutacyjnymi łącznicy typu MN-60 są wybieraki krzyżowe 10 × 10 z przejściem dwunastoprzewodowym oraz przekaźniki elektromagnetyczne płaskie, a ponadto tranzystory i inne elementy półprzewodnikowe.

Łącznica typu MN-60 jest łącznicą rejestrową ze scentralizowanym sterowaniem, pracującą w układzie obejściowym charakteryzującym się rozdzieleniem urządzeń komutacyjnych od urządzeń sterujących. Zasadniczym urządzeniem komutacyjnym łącznicy typu MN-60 jest automat międzynarodowy, spełniający w zasadzie te same funkcje, co automaty AMA i AMR łącznicy typu W-58. Stanowiska łączeniowe w opisywanej łącznicy są uniwersalne.

Oprócz tego w centrali międzynarodowej, wyposażonej w łącznicę typu MN-60, stosuje się kilka różnych typów stanowisk pomocniczych.

Wszystkie połączenia międzynarodowe są zestawiane przez łącznicę dwutorowo, w związku z czym łącza międzynarodowe są do niej wprowadzone również dwutorowo. Przesyłanie niezbędnych sygnałów poprzez łącza międzynarodowe półautomatyczne odbywa się za pomocą systemu sygnalizacji Nr 4 CCITT.

Przy zestawianiu połączeń półautomatycznych przez łącznicę stosowane są drogi połączeniowe kolejnego wyboru. Wybór drogi połączeniowej następuje samoczynnie. Dla osiągnięcia określonej centrali międzymiastowej mogą być stosowane co najwyżej trzy drogi kolejnego wyboru, przy czym pierwszeństwo ma zawsze droga bezpośrednia, jeżeli taka istnieje.

Centrala międzynarodowa, wyposażona w łącznicę typu MN-60, łączy się z siecią polską za pomocą łączy zgłoszeniowych i łączy pośredniczących.

Łącza zgłoszeniowe zgrupowane są w dwóch wiązkach. Za pomocą jednej z tych wiązek jest połączona z centralą międzynarodową sieć miejscowa stolicy, w której znajduje się centrala międzynarodowa. Dzięki temu abonenci należący do wspomnianej sieci uzyskują połączenie z centralą międzynarodową bez pośrednictwa centrali międzymiastowej. Drugą wiązką łączy zgłoszeniowych centrala międzynarodowa jest

połączona ze znajdującą się w tym samym mieście centralą międzymiastową polską. Przez tę wiązkę uzyskują połączenia z centralą międzynarodową telefonistki wszystkich tych central międzymiastowych, które są objęte siecią polską półautomatyczną.

Podobnie na dwie wiązki podzielone są łącza pośredniczące. Jedna z nich służy do zestawiania połączeń międzynarodowych przychodzących do abonentów sieci miejscowej miasta, w którym znajduje się centrala międzynarodowa, a druga jest przeznaczona do zestawiania połączeń międzynarodowych przychodzących do abonentów sieci miejscowych, obsługiwanych przez centrale międzymiastowe znajdujące się w innych miastach niż to, w którym znajduje się centrala międzynarodowa. Część łączy każdej z tych wiązek zawiera dodatkowe wyposażenie umożliwiające telefonistce międzynarodowej centrali wyjściowej przywołanie tzw. telefonistki pomocy z centrali międzynarodowej docelowej. Jest to potrzebne przy połączeniach zestawianych półautomatyczna metodą łączenia w przypadku, gdy telefonistka centrali międzynarodowej wyjściowej ma bądź trudności z zestawieniem połączenia na odcinku przebiegającym przez kraj docelowy, bądź trudności językowe w porozumieniu się z abonentem żądanym, bądź też trudności w zrozumieniu znaczenia sygnałów informacyjnych nadawanych z central sieci kraju docelowego.

Schemat łącznicy typu MN-60 przewiduje — po dokonaniu odpowiednich uzupełnień jej wyposażenia — przystosowanie tej łącznicy do pracy również systemem ruchu automatycznego.

Urządzenia są zasilane w zasadzie z czterech źródeł napięć stałych, z baterii głównej o napięciu 60 V (zasilanie przekaźników i wybieraków krzyżowych), z baterii głównej o napięciu 50 V, z baterii licznikowej o napięciu 50 V z uziemionym biegunem ujemnym (zasilanie zespołów dopasowujących łącznicę typu MN-60 do urządzeń komutacyjnych sieci polskiej) oraz z baterii o napięciu 24 V (zasilanie odbiorników sygnałów i generatorów częstotliwości sygnałowych).

17.2. Numeracja

Wszystkie połączenia, z wyjątkiem połączeń międzynarodowych wychodzących załatwianych przez telefonistki stanowisk ruchu z oczekiwaniem przy użyciu łączy ręcznych, są zestawiane przez telefonistki centrali typu MN-60 przez wybranie odpowiednich numerów. Składniki wybieranego numeru i kolejność ich wybierania zależą od rodzaju połączenia i są następujące:

a) przy połączeniu skierowanym do abonenta:
   — wskaźnik międzynarodowy,
   — cyfra języka,
   — numer krajowy abonenta żądanego,
   — sygnał końca nadawania;

b) przy połączeniach skierowanych do grupy telefonistek kodu 11 lub do grupy telefonistek kodu 12:
   — wskaźnik międzynarodowy,

— cyfra języka,
— kod 11 lub kod 12,
— sygnał końca nadawania;

c) przy połączeniu skierowanym do określonej telefonistki kodu 12 lub telefonistki stanowiska wchodzącego w skład określonej grupy stanowisk:
— wskaźnik międzynarodowy,
— cyfra języka,
— kod 12,
— numer stanowiska telefonistki lub grupy stanowisk,
— sygnał końca nadawania.

Jedno-, dwu- lub trzycyfrowe wskaźniki międzynarodowe określają kraj docelowy. Dla krajów europejskich wskaźniki te są dwu- i trzycyfrowe, np. Polska ma wskaźnik 48.

Cyfra języka ustala przy wszystkich połączeniach półautomatycznych rodzaj języka służbowego, który powinien być używany w danej relacji, tj. taki, którym powinny władać telefonistki kodu 11 i 12 oraz telefonistki pomocy podczas wezwania do połączenia w celu interwencji. Łącznica typu MN-60 umożliwia jej stosowanie do dziewięciu grup językowych.

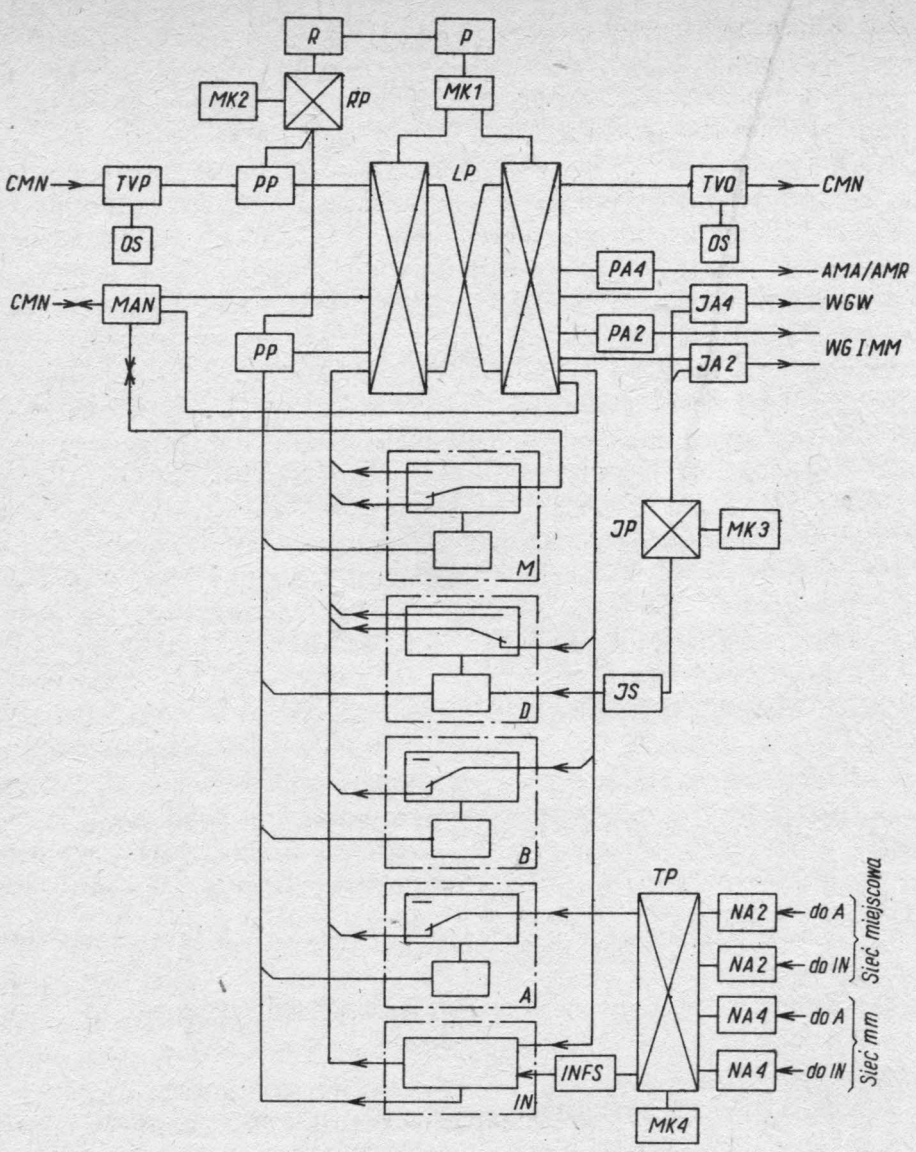
Numer krajowy abonenta żądanego składa się ze wskaźnika międzymiastowego (dla warunków polskich jedno-, dwu- lub trzycyfrowego) i numeru wewnątrzstrefowego (miejscowego) abonenta (dla Polski maksymalnie 7 cyfr).

17.3. Schemat ogólny łącznicy typu MN-60 i opis połączenia

Na rys. 17.1 pokazano schemat ogólny łącznicy typu MN-60. Wyposażenie łącznicy można podzielić na:
— wyposażenie liniowe łączy międzynarodowych półautomatycznych,
— wyposażenie liniowe łączy międzynarodowych ręcznych,
— wyposażenie rejestrowe,
— wyposażenie stopnia komutacyjnego,
— wyposażenie stanowisk łączeniowych,
— zespoły dopasowujące urządzenie centrali typu MN-60 do urządzeń polskiej sieci telefonicznej.

Współdziałanie poszczególnych zespołów łączeniowych i sterujących pokazano na przykładzie przebiegu typowego połączenia międzynarodowego, a mianowicie połączenia tranzytowego, zestawianego systemem ruchu szybkiego półautomatycznego, zainicjowanego przez abonenta sieci miejscowej miasta, w którym znajduje się centrala międzynarodowa.

AbA wybiera prefiks międzynarodowy i zajmuje jeden z zespołów dopasowujących *NA2*. Jeśli w żądanej grupie stanowisk ruchu wychodzącego, określonej wybranym prefiksem, jest wolny zespół połączeniowy, a obsługująca go telefonistka nie jest zajęta



Rys. 17.1. Układ zasadniczy łącznicy międzynarodowej MN-60

A — stanowiska ruchu wychodzącego, *B* — stanowiska ruchu przychodzącego (kodu „11"), *D* — stanowiska ruchu odroczonego (kodu „12"), *JA2* — zespół dopasowujący łącza pośredniczącego jednotorowego (do sieci miejscowej), *JA4* — zespół dopasowujący łącza pośredniczącego dwutorowego (do innych central międzymiastowych), *IN* — stanowiska informacyjne, *INFS* — zespół łącza informacyjnego, *JP* — stopień interwencyjny, *JS* — zespół interwencyjny, *LP* — stopień wybierczy, *M* — stanowiska ruchu z oczekiwaniem, *MAN* — zespół liniowy międzynarodowego łącza ręcznego dwutorowego, *MK1* — cechownik bloku stopnia komutacyjnego, *MK2* — cechownik bloku stopnia rejestrowego, *MK3* — cechownik bloku stopnia interwencji, *MK4* — cechownik bloku stopnia rozdzielczego, *NA2* — zespół dopasowujący łącza zgłoszeniowego jednotorowego (od sieci miejscowej), *NA4* — zespół dopasowujący łącza zgłoszeniowego dwutorowego (od innych central międzymiastowych), *OS* — odbiornik sygnałów, *P* — przelicznik, *PA2* — zespół dopasowujący jednotorowy (do telefonistek własnej centrali), *PA4* — zespół dopasowujący dwutorowy (do telefonistek własnej centrali), *PP* — zespół liniowy rejestru, *R* — rejestr, *RP* — stopień rejestrowy, *TP* — stopień rozdzielczy, *TVO* — translacja akustyczna wyjściowa, *TVP* — translacja akustyczna przyjściowa

zestawianiem innego połączenia, cechownik *MK4* zestawia, poprzez stopień rozdzielczy, połączenie pomiędzy zespołem dopasowującym *NA2* i tym zespołem połączeniowym. W przypadku zajętości zespołów połączeniowych lub telefonistek abonent oczekuje na zestawienie połączenia i słyszy akustyczny sygnał wywołania.

Kiedy na stanowisku pojawi się sygnał wywołania, telefonistka zgłasza się i zapisuje dane niezbędne do zestawienia połączenia (numer *AbA*, kraj i numer *AbB*). Telefonistka przeprowadza następnie identyfikację *AbA* poprzez zwrotne wybranie jego numeru i przystępuje do zestawienia połączenia.

Telefonistka przyłącza rejestr *R* do zespołu stanowiskowego i zespołu połączeniowego, a następnie za pomocą klawiatury wybiera wskaźnik międzynarodowy, wskaźnik języka (w którym telefonistka — w razie potrzeby — będzie rozmawiała z telefonistką pomocy centrali docelowej) i numer krajowy *AbB*, zawierający wskaźnik międzymiastowy centrali docelowej i wewnątrzstrefowy (miejscowy) numer abonenta. Wybieranie kończy telefonistka przyciśnięciem przycisku „koniec wybierania".

Wybrany numer zostaje odnotowany w rejestrze *R*. Gdy rejestr otrzyma wystarczającą informację (po wybraniu wskaźnika międzynarodowego i cyfry języka), wówczas przyłącza się do przelicznika *P* i przekazuje mu wskaźnik międzynarodowy.

Przelicznik analizuje cyfry wskaźnika międzynarodowego i określa kierunek, w którym będzie się zestawiać połączenie. Połączenie z centralą docelową można otrzymać na drodze bezpośredniej (jeśli taka istnieje), albo na pierwszej lub drugiej drodze obejściowej poprzez odpowiednie centrale tranzytowe.

Przelicznik *P* przekazuje rejestrowi *R* informacje o sposobie zestawienia połączenia. Załóżmy, że będzie to informacja o połączeniu tranzytowym. Przelicznik przekazuje do cechownika *MK1* informację o kierunku do centrali tranzytowej. Na podstawie tej informacji cechownik wyszukuje wolne łącze w kierunku żądanym, a następnie — poprzez obwód identyfikacji — cechownik stwierdza, w jakiej grupie wyjściowej znajduje się wywołujący zespół połączeniowy.

Cechownik *MK1* znajduje wolne łącze międzysekcyjne w stopniu komutacyjnym między zespołem połączeniowym i łączem międzynarodowym kierunku żądanego, dokonuje połączenia ich ze sobą i odłącza się. Po zestawieniu połączenia w stopniu wybierczym zostaje włączona do pracy translacja wyjściowa *TVO* i rejestr *R* przekazuje w łącze „sygnał wzięcia do pracy w połączeniu tranzytowym".

W centrali tranzytowej zostaje włączona do pracy translacja *TVP*. Skojarzony z nią zespół liniowy rejestru *PO* przyłącza, poprzez stopień rejestrowy *RP*, wolny rejestr *R* i przekazuje mu sygnał o zajęciu tranzytowym. Powoduje to, że rejestr *R* wyśle „sygnał zaproszenia do nadawania tranzytowego", w odpowiedzi na który rejestr centrali wyjściowej przesyła kodem binarnym cyfry wskaźnika międzynarodowego. Odbiór każdej cyfry jest potwierdzany „sygnałem potwierdzenia". Po otrzymaniu wskaźnika międzynarodowego rejestr centrali tranzytowej przyłącza się do przelicznika *P*, przekazuje mu informację o kierunku żądanym i otrzymuje odpowiednią informację, np. że można otrzymać z centralą docelową połączenie końcowe, tzn. na drodze bezpośredniej.

Przelicznik *P* przekazuje cechownikowi *MK1* informację o kierunku i cechownik

steruje zestawieniem połączenia w stopniu rozdzielczym, tak jak to było opisane dla centrali wyjściowej, po czym zajmuje translację *TVO*.

Rejestr *R* centrali tranzytowej — na podstawie informacji otrzymanej od przelicznika — wysyła do centrali docelowej „sygnał wzięcia do pracy w połączeniu końcowym" i odłącza się.

W centrali międzynarodowej docelowej „sygnał wzięcia do pracy w połączeniu końcowym" przyjmowany jest przez odpowiednią translację przyjściową *TVP*. Poprzez stopień rejestrowy *RP* i zespół liniowy rejestru przyłącza się wówczas do translacji rejestr *R*, który przyjmuje od niej „sygnał wzięcia do pracy w połączeniu końcowym" i wysyła w kierunku odwrotnym „sygnał zaproszenia do nadawania końcowego". Sygnał ten przechodzi przez centralę tranzytową i przyjmowany jest przez rejestr centrali wyjściowej. Rejestr centrali wyjściowej przekazuje kodem binarnym cyfrę języka i numer krajowy *AbB*, otrzymując po wysłaniu każdej cyfry sygnał potwierdzający. Jako ostatni sygnał rejestr wysyła „sygnał końca wybierania" i odłącza się.

Telefonistka stanowiska *A* w centrali międzynarodowej wyjściowej otrzymuje informacje o sposobie zestawienia połączenia (drogą bezpośrednią, pierwszą drogą obejściową, drugą drogą obejściową).

Rejestr centrali międzynarodowej docelowej, współpracując z przelicznikiem *P*, określa przez analizę pierwszej, pierwszych dwu lub pierwszych trzech cyfr numeru krajowego, czy żądane jest połączenie z siecią miejscową miasta, w którym znajduje się centrala międzynarodowa czy z siecią krajową.

Załóżmy, że zestawiane jest połączenie z abonentem sieci miejscowej miasta, w którym znajduje się centrala międzynarodowa. W takim przypadku cechownik *MK1* łączy łącze międzynarodowe wywołujące z jednym z wolnych zespołów dopasowujących *JA2* i odłącza się.

Rejestr centrali docelowej przesyła wówczas do sieci miejscowej numer *AbB* i odłącza się.

Po odłączeniu się rejestru centrali międzynarodowej wyjściowej zostaje wysłany „sygnał przyjęcia numeru".

Na stanowisku telefonistki zestawiającej rozpatrywane połączenie pojawia się odpowiedni sygnał optyczny, a po łączu przekazywany jest akustyczny sygnał wywołania.

Po zgłoszeniu się *AbB* translacja przyjściowa *TVP* wysyła sygnał „podniesienia mikrotelefonu", który powoduje zgaszenie lampki kontrolnej na stanowisku telefonistki.

Telefonistka łączy *AbB* z *AbA* (który przez cały czas oczekiwał na połączenie, nie odkładając mikrotelefonu). Czas rozmowy rejestruje się czasomierzem zespołu połączeniowego stanowiska *A*. Po zestawieniu połączenia telefonistka odłącza się.

Po zakończeniu rozmowy przez abonentów telefonistka otrzymuje sygnał optyczny i rozłącza drogę połączeniową. Translacja wyjściowa *TVO* wysyła sygnał rozłączenia, który powoduje zwolnienie translacji *TVP* w centrali międzynarodowej tranzytowej i w centrali międzynarodowej docelowej. Połączenie w stopniach komutacyjnych tych central zostaje rozłączone. Translacje *TVP* przesyłają do współpracujących z nimi

translacji *TVO* sygnały „zwolnienia blokady", wprowadzając te zespoły w stan spoczynku.

Jeżeli telefonistka przy zestawianiu połączenia napotyka na trudności językowe (np. w czasie identyfikacji *AbB*), wówczas może żądać interwencji telefonistki pomocniczej centrali docelowej. W tym celu wysyła ona do centrali międzynarodowej docelowej „sygnał interwencji", który przyjmuje translacja *TVP* i przekazuje do zespołu dopasowującego *JA2*. Powoduje to uruchomienie cechownika *MK3*, który przyłącza — poprzez stopień interwencyjny — zespół dopasowujący *JA2* do zespołu interwencji określonej grupy językowej, zgodnie z utrwaloną cyfrą języka. Czynność interwencji może być powtórzona w dowolnym etapie połączenia.

18. Wiadomości ogólne o łącznicach elektronicznych

18.1. Wprowadzenie

Podstawową przesłanką do zastosowania elementów elektronowych w urządzeniach komutacyjnych, głównie telefonicznych, było dążenie do poprawienia jakości przejścia przez łącznicę i zwiększenia niezawodności pracy łącznic, głównie przez wyeliminowanie ruchomych elementów mechanicznych. Pierwsze próby zastosowania elementów elektronowych, zakończone jednak niepowodzeniem, miały miejsce w latach trzydziestych. Pomimo to, entuzjaści tej koncepcji prowadzili nadal badania w tej dziedzinie. Ich wysiłki znalazły uznanie i poparcie dopiero w latach pięćdziesiątych, gdy opanowano technologię produkcji elementów półprzewodnikowych i materiałów magnetycznych o prostokątnej pętli histerezy. W tym okresie nastąpił dynamiczny rozwój prac badawczych nad wypracowaniem praktycznego systemu urządzeń komutacyjnych i to nie tylko w kilku wybranych ośrodkach, lecz właściwie we wszystkich ośrodkach telekomunikacyjnych na świecie. Prace te jednak były bardzo kosztowne, i to tak dalece, że niezbędne nakłady finansowe przekraczały niejednokrotnie możliwości pojedynczych firm. Korzyści techniczne i ekonomiczne jakie spodziewano się uzyskać z zastosowania elektroniki uzasadniały celowość podjęcia tych prac. Aby móc je zrealizować tworzono spółki złożone z kilku firm lub koncernów oraz Administracji Łączności. Spółki takie powstały m. in. w Wielkiej Brytanii, Francji, Szwecji. Okres intensywnych prac badawczych i poszukiwawczych został zakończony w 1963 r., kiedy to koncern ATT (American Telephon and Telegraph Co) uruchomił produkcję łącznic abonenckich oznaczonych Nr 101 ESS (Electronic Switching System). Rok 1963 można uznać za początek ery elektronicznych systemów komutacyjnych lub bardziej dokładnie: elektronicznych automatycznych central telefonicznych (EACT).

Niemożność zrealizowania w latach trzydziestych jakiejkolwiek łącznicy elektronicznej wynikała z właściwości ówczesnych elementów elektronowych. Należy pamiętać, że był to początek nowoczesnej elektroniki. Ówczesne elementy charakteryzowały się: znacznymi wymiarami, dużym zużyciem energii elektrycznej i małą niezawodnością pracy. Łącznice zbudowane z takich elementów miałyby kilka lub kilkanaście razy większą objętość, niż łącznice elektromechaniczne, a do ich zasilania należałoby instalować odrębną elektrownię; niezawodność ich pracy zaś zmuszałaby do gromadzenia ogromnych zapasów części zamiennych,przy czym częstość uszkodzeń byłaby tak duża, że łącznica taka praktycznie nigdy by nie pracowała.

Wynalezienie elementów półprzewodnikowych i materiałów magnetycznych o prostokątnej pętli histerezy oraz opanowanie technologii ich produkcji usunęło powyższe wady i stworzyło podstawy do nabrania przekonania, że na bazie tych elementów uda się uzyskać rozwiązanie praktyczne.

Wraz z pojawieniem się elementów półprzewodnikowych rozpoczął się dynamiczny rozwój komputerów, który stymulował postęp techniczny i technologiczny w dziedzinie podzespołów elektronicznych. W wyniku tego powstawały nowe technologie i materiały obniżające ceny oraz zwiększające niezawodność pracy podzespołów elektronicznych. Dopiero gdy poziom technologiczny zapewnił masową produkcję niezawodnych układów scalonych oraz pamięci o dużej pojemności i krótkim czasie dostępu stało się możliwe uruchomienie produkcji łącznic elektronicznych. Należy bowiem pamiętać, że łącznica jest urządzeniem przeznaczonym do świadczenia masowych usług o ustabilizowanych cenach, natomiast komputer takim urządzeniem nie jest. Zatem cena komputera, zwłaszcza w początkowym okresie jego rozwoju, nie ograniczała tak drastycznie jego produkcji jak w przypadku łącznicy, której cena musiała być co najwyżej równa cenie łącznic elektromechanicznych czy elektromagnesowych, dając jednocześnie większe możliwości funkcjonalne.

Od chwili wprowadzenia łącznic automatycznych do publicznej sieci telefonicznej obserwuje się stały wzrost społecznego zapotrzebowania na usługi telefoniczne. Aby je zaspokoić zaszła konieczność automatyzacji ruchu miejscowego, a następnie międzymiastowego i międzynarodowego. Proces ten stwarzał i stwarza nadal nowe problemy, z których wynikają nowe wymagania jakościowe i funkcjonalne na łącznice telefoniczne. Jednym z takich problemów jest konieczność kierowania ruchu po drogach alternatywnych. Chodzi tu o możliwie pełne wykorzystanie istniejącej sieci łączy telefonicznych oraz podniesienie niezawodności świadczenia usług telefonicznych przez całą sieć, obniżając tym samym koszty tej sieci. Konsekwencją tego wymogu jest konieczność, generalnie rzecz biorąc, przyjęcia i zmagazynowania w wyposażeniu sterującym łącznicy istotnej części lub całego numeru katalogowego abonenta wywoływanego. Na podstawie tej informacji wyposażenie łącznicy może dokonać analizy dróg, po jakich można zestawić żądane połączenie, oraz dokonać analizy ich stanu zajętości, aby wybrać drogę aktualnie wolną i dostępną. Czynności te wykonują odpowiednie zespoły elementów w określonym czasie, zależnym przede wszystkim od czasów działania tych elementów i przyjętych zasad realizacji omawianych funkcji.

Czas zużywany na wykonanie tych i innych funkcji wydłuża „czas zwłoki", tj. czas jaki mija od chwili zakończenia nadawania przez abonenta wywołującego numeru katalogowego abonenta wywoływanego do chwili wygenerowania z łącznicy sygnału informującego o stanie żądanego połączenia (wysłanie sygnału zwrotnego dzwonienia lub sygnału zajętości, lub też nieosiągalności). W systemach o sterowaniu bezpośrednim czas zwłoki jest bardzo krótki, tak że abonent wywołujący (*AbA*) nie odczuwa żadnej zwłoki.

W łącznicach o sterowaniu pośrednim (łącznice rejestrowe) czas ten jest dość długi, zależny w dużym stopniu od aktualnego natężenia ruchu, i może wynosić nawet kilkadziesiąt sekund. Tak długi czas zwłoki, objawiający się ciszą, jest powodem rezygnacji z zestawianego połączenia, gdyż *AbA*, nie znając jej przyczyny, uznaje ciszę,

jako wynik błędnej pracy łącznicy. Abonenci tacy generują ruch jałowy, będący zbędnym obciążeniem łącznicy. W celu wyeliminowania tego ruchu wprowadza się tzw. sygnał marszrutowania wysyłany przez czas zwłoki. W łącznicach elektronicznych czas zwłoki jest, mimo wykonywania wielu różnych analiz, bardzo krótki dzięki bardzo dużej szybkości pracy elementów elektronowych.

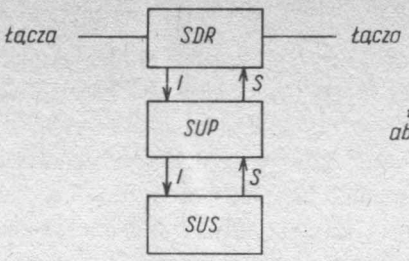
Duża szybkość działania, duży zakres możliwości funkcjonalnych, duża niezawodność pracy, małe wymiary gabarytowe i ciężar, oraz tendencja zmniejszania się cen na łącznice elektroniczne spowodowały, że obecnie są one wprowadzane powszechnie do sieci telefonicznych poszczególnych krajów. Istotną wadą dotychczas opracowanych łącznic elektronicznych jest znaczne całodobowe zużycie energii elektrycznej, niezależne od wielkości obsługiwanego ruchu. Inną wadą tych łącznic jest konieczność skutecznego odprowadzenia ciepła wytwarzanego w podzespołach elektronicznych, takich np. jak układy scalone. Przy obecnym stanie techniki wada ta pociąga za sobą konieczność stosowania wymuszonego przepływu powietrza o określonych parametrach przez poszczególne stojaki łącznicy; czyli konieczność wprowadzania klimatyzacji pomieszczeń. Należy zaznaczyć, że brak klimatyzacji wpływa ujemnie przede wszystkim na niezawodność pracy łącznicy. Oznacza to, że negatywne skutki braku klimatyzacji ujawniają się ze znaczną zwłoką — nie natychmiastowo. Dlatego jednym z podstawowych zabiegów utrzymaniowych powinna być dbałość o sprawne działanie systemu klimatyzacyjnego.

Ta ostatnia wada łącznic elektronicznych jest dyskusyjna, gdyż badania w szeregu ośrodkach światowych dowodzą, że pomieszczenia, w których znajduje się sprzęt telekomunikacyjny dowolnego systemu powinny być klimatyzowane i to nie tylko pod względem temperatury i wilgotności, lecz także i składu znajdującego się tam powietrza. Cały szereg firm wyposaża swoje obiekty w systemy klimatyzacyjne. Ostatnio, badania przyczyn pogarszania się niezawodności pracy urządzeń telekomunikacyjnych dowodzą, że źródłem tych niedomagań jest skażenie atmosfery w otoczeniu zakładów chemicznych oraz w dużych aglomeracjach. Jedynym obecnie sposobem poprawienia tej sytuacji jest stosowanie klimatyzacji z filtrami neutralizującymi szkodliwe związki chemiczne.

Znaczenie wspomnianych wad łącznic elektronicznych jest małe wobec ich zalet dających istotne zyski ekonomiczne płynące z bardziej efektywnego wykorzystania i dostosowania do aktualnych potrzeb istniejącej sieci telefonicznej oraz bardziej optymalnej jej rozbudowy, niż to jest możliwe w przypadku łącznic elektromechanicznych czy elektromagnesowych.

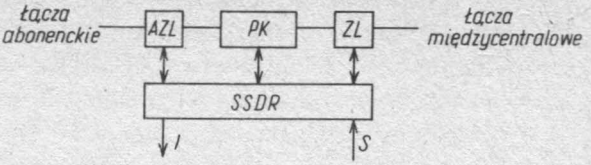
18.2. Rys historyczny rozwoju i ogólna struktura łącznic elektronicznych

Ogólna struktura łącznic elektronicznych (rys. 18.1) jest analogiczna jak łącznic ręcznych oraz większości elektromechanicznych i elektromagnesowych łącznic rejestrowych. Ta ogólna struktura jest na tyle uniwersalna, że w wielu rozprawach teoretycznych przyjmuje się ją jako adekwatną dla wszystkich łącznic.



Rys. 18.1. Ogólna struktura łącznic elektronicznych

SDR — sieć dróg rozmównych, *SUP* — sieć urządzeń pośredniczących, *SUS* — sieć urządzeń sterujących.



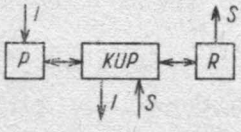
Rys. 18.2. Ogólna struktura *SDR*

AZL — abonencki zespół liniowy, *PK* — pole komutacyjne, *ZL* — zespół liniowy (łącza międzycentralowego), *SSDR* — sterowanie *SDR*

Sieć dróg rozmównych *SDR* obejmuje tę część wyposażenia łącznicy, w której znajdują się drogi rozmówne i przez którą przepływają prądy rozmówne. Sieć dróg rozmównych (rys. 18.2) obejmuje więc: przyłącza abonenckie zwane abonenckimi zespołami liniowymi *AZL*, pole komutacyjne *PK*, zespoły liniowe *ZL*, będące różnymi translacjami oraz wyposażenie sterujące *SSDR* oddziałujące bezpośrednio na stany elementów powyższych zespołów.

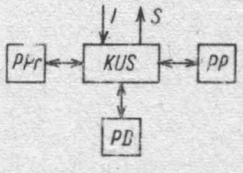
Sieć urządzeń pośredniczących *SUP* zawiera zbiór zespołów, wzajemnie ze sobą połączonych, przeznaczonych do dopasowania urządzeń sterujących do wyposażenia *SDR*. Dzięki takim zespołom dopasowującym istnieje możliwość konstruowania *SDR* z całkowicie innych elementów niż urządzenia sterujące, np. *SDR* można zbudować z przekaźników i wybieraków krzyżowych, a urządzenia sterujące z elementów elektronicznych (np. układów scalonych). Ogólną strukturę *SUP* łącznic elektronicznych przedstawiono na rys. 18.3. Przepatrywacz *P* służy do zbierania informacji o stanie elementów należących do *SDR*, a interesujących sterowanie. Rozdzielnik *R* służy do skierowania rozkazu sterowania do określonego elementu w wyposażeniu *SDR*. Koordynator *KUP* służy do skoordynowania pracy przepatrywacza i rozdzielnika między sobą i z potrzebami urządzeń sterujących.

Sieć urządzeń sterujących *SUS* obejmuje tę część wyposażenia łącznicy, w której przebiegają procesy sterowania, jak np. odbiór cyfr numeru katalogowego abonenta wywoływanego, analizowanie cyfr odebranego numeru wybór drogi połączeniowej w *SDR*, taryfikowanie połączeń. Można powiedzieć, że wyposażenie *SUS* jest funkcjonalnie czynne, podczas gdy wyposażenie SDR jest funkcjonalnie bierne — jest wykonawcze względem sterowania. Ogólną strukturę *SUS* łącznic elektronicznych przedstawiono na rys. 18.4. Pamięć programu *PPr* służy do przechowywania informacji



Rys. 18.3. Ogólna struktura *SUP*

P — przepatrywacz, *KUP* — koordynator urządzeń pośredniczących, *R* — rozdzielnik



Rys. 18.4. Ogólna struktura *SUS*

PPr — pamięć programu, *KUS* — koordynator urządzeń sterujących, *PP* — pamięć połączeń, *PD* — pamięć danych

o algorytmach (sposobach) realizacji połączeń określonych kategorii. Pamięć danych *PD* służy do przechowywania informacji niezbędnych do właściwego (zgodnego z algorytmem) przetworzenia informacji odbieranych od *AbA* na rozkazy sterujące, kierowane do *SDR*. Pamięć ta zawiera zwykle takie informacje, jak np.: kategorie abonentów, rodzaje sygnalizacji na poszczególnych łączach międzycentralowych, dane o kierowaniu ruchu. Pamięć połączeń *PP* służy do przechowywania informacji związanych z aktualnie zestawianymi połączeniami, tzn. np. numeru *AbA* i *AbB*, numery elementów tworzących połączenie w *SDR*, stan połączenia, taryfikację połączeń. Koordynator *KUS* koordynuje pracę tych pamięci i dokonuje właściwego przetwarzania odebranych informacji na rozkazy sterujące *SDR*.

Do czasu odkrycia elementów półprzewodnikowych badania koncentrowano na wynalezieniu elementów elektronowych zastępujących zestyki metaliczne, a właściwie przekaźniki telefoniczne. Zastąpienie przekaźników pracujących w *SUS* nie nastręczało większych trudności technicznych. Natomiast zastąpienie zestyków metalicznych pracujących w torach rozmównych napotykało i napotyka istotne trudności techniczne. Teoretycznie, każdy element elektronowy, o co najmniej o dwóch stanach stabilnych, z których każdy można wywołać odpowiednim sygnałem elektrycznym, może zastąpić w zespołach sterowania przekaźnik z co najmniej jednym zestykiem. Praktycznie zaś, element taki może być użyty w sterowaniu, jeżeli jego:

— cena jest mała;
— niezawodność duża;
— gabaryty i ciężar mały;
— jałowe zużycie energii elektrycznej jest małe.

W rozpatrywanym okresie żaden element elektronowy nie miał wszystkich tych cech i dlatego ówcześnie nie można było budować łącznic elektronicznych.

Elementy elektronowe, które mają zastępować zestyki metaliczne w torach rozmównych w *SDR*, a zwłaszcza w polach komutacyjnych muszą, oprócz dwóch stanów stabilnych charakteryzować się:

a) dużą wartością (większą od 10^5) współczynnika łączenia, tj. stosunku impedancji w stanie nieprzewodzenia do impedancji w stanie przewodzenia;

b) zdolnością zamykania i otwierania obwodów prądu stałego o napięciu 50 lub 60 V i mocy około 3 W;

c) zdolnością zamykania i otwierania obwodów prądu przemiennego 25 lub 50 Hz (o napięciu do 80 V i mocy około 2 V·A).

Opracowanie elementu elektronowego charakteryzującego się jednocześnie powyższymi właściwościami jest bardzo trudne i to tak dalece, że do dziś takiego elementu w praktyce nie ma. Stąd wynika konieczność poszukiwań innych zasad pracy do budowy central telefonicznych niż zasady stosowane w centralach nieelektronicznych.

Żądanie dużej wartości współczynnika łączenia wynika z tworzenia w polu komutacyjnym wielokroci o dużej liczbie równoległych obwodów. Każdy przyłączony do wielokrocia obwód odcięty od wielokrocia przez element komutacyjny będący w stanie nieprzewodzenia, obciąża obwód należący do tego wielokrocia, którego element komutacyjny jest w stanie przewodzenia. Wielkość tego obciążenia zależy od

wartości impedancji elementów będących w stanie nieprzewodzenia. Im impedacja jest większa, tym obciążenie jest mniejsze. Zewnętrznie wartość współczynnika łączenia ma wpływ na wartość tłumienności przejścia przez łącznicę i na wartość tłumienności przesłuchów łącznicy. Aby więc łącznica spełniała wymagania teletransmisyjne współczynnik łączenia musi mieć dużą wartość.

W dotychczasowej praktyce nie ma elementu elektronowego, który dokładnie zastępowałby zestyk metaliczny. Funkcję taką może spełniać jedynie układ elektroniczny z elementem dwustanowym np. tranzystorem. Impedancja takiego układu, w stanie nieprzewodzenia tranzystora, ma wartość skończoną i mniejszą od impedancji izolacji, tj impedancji charakteryzującej rozwarty zestyk metaliczny. Niekorzystnie przedstawia się również sytuacja w stanie przewodzenia (zamknięcia zestyku).

Znakomita większość aparatów telefonicznych jest wyposażona w mikrofony węglowe wymagające zasilania prądem kilkudziesięciu miliamperów. Fakt przepływu prądu zasilającego oraz braku jego przepływu, jak również wartość prądu, są wykorzystywane do sygnalizacji abonenckiej. Wobec tego wyposażenie służące do zasilania mikrofonu musi być również zdolne do wykrywania sygnałów należących do sygnalizacji abonenckiej. Ze względów ekonomicznych, wyposażenie to umieszcza się wewnątrz *SDR*, w liczbie proporcjonalnej do wielkości załatwianego ruchu przez łącznicę. Jeżeli zastosowane elementy elektronowe w *SDR* nie mogą być obciążone takim prądem, to wyposażenie zasilające należy umieścić w *AZL*. Tym samym ich liczba w łącznicy znacznie wzrośnie pogarszając efekty ekonomiczne.

Analogicznie uzasadnia się żądanie *c*. Niemożność spełnienia tego żądania prowadzi do takich samych skutków jak w przypadku żądania *b*.

Początkowo próbowano wprowadzać elementy elektronowe do sterowania łącznicy pozostawiając bez zmian strukturę i zasady pracy łącznicy. W ten sposób powstała grupa rozwiązań objętych wspólną nazwą central (łącznic) zelektronizowanych. Ten kierunek prac konstrukcyjnych nie mógł dać istotnych korzyści tak w sensie technicznym jak i ekonomicznym, gdyż zyski otrzymywane z fragmentów zelektronizowanych były skutecznie tracone we fragmentach niezelektronizowanych. Chodzi tu głównie o różnice szybkości pracy elementów elektronowych i pozostałych. Utrzymanie się tych rozwiązań w praktyce uzasadniane jest usprawnianiem pracy łącznic nieelektronicznych, głównie przez zwiększenie niezawodności pracy i pewnej miniaturyzacji wyposażenia.

W toku prac nad elektronizacją łącznic oraz nad wypracowaniem łącznic całkowicie elektronicznych szybko zdano sobie sprawę z faktu, że utrzymywanie dotychczasowych zasad pracy łącznic telefonicznych uniemożliwia pełne wykorzystanie właściwości elementów elektronowych, takich np. jak szybkość działania. Szybko też dostrzeżono, że sterowanie zestawieniem połączeń jest przetwarzaniem danych cyfrowych. To spostrzeżenie posłużyło do sięgnięcia do dorobku techniki komputerowej i wykorzystania tamtych doświadczeń do budowy *SUS*. W efekcie uzyskano rozwiązania zadowalające praktycznie z rewolucyjną zmianą zasad działania łącznic. Łącznice, w których *SUP* i *SUS* są zbudowane z elementów elektronowych oraz pracują na zasadach odmiennych niż łącznice dotychczasowe, a *SDR* jest zbudowana z elementów elektromagnesowych lub podobnych, objęto nazwą łącznic (central) quasielektronicznych

(pseudoelektronicznych). W literaturze światowej spotyka się ograniczenie terminu „quasielektroniczne" do rozwiązań, w których w polu komutacyjnym zastosowano przekaźniki kontaktronowe, tzn. przekaźniki w których każdy pojedynczy zestyk jest zamknięty hermetycznie w bańce szklanej. Obecnie produkuje się najwięcej łącznic quasielektronicznych.

Odmienność zasad pracy łącznic elektronicznych polega na:

a) nadaniu sterowaniu roli aktywnej względem abonenta,

b) rozdzieleniu funkcji pamiętania i funkcji przetwarzania,

c) centralizacji sterowania.

W dotychczasowych, nieelektronicznych łącznicach automatycznych wyposażenie sterujące będące w stanie spoczynku oczekiwało biernie na zgłoszenie od jednego z obsługiwanych źródeł ruchu. Liczba zespołów sterujących obsługujących określoną grupę źródeł ruchu (abonentów, łączy międzycentralowych) jest proporcjonalna do wielkości ruchu, oraz czasu zajętości danego zespołu przez jedno połączenie. Zatem, jeśli przy tym samym obciążeniu ruchem załatwianym, czas zajętości zespołu, tzn. czas potrzebny do wykonania funkcji przewidzianych dla danego zespołu na rzecz zestawianego połączenia, jest dłuższy, większa musi być liczba takich samych zespołów w sterowaniu. Wykonywanie funkcji, przez określony zespół, na rzecz zestawianych połączeń jest przetwarzaniem otrzymanych informacji na inny zestaw informacji lub rozkazów sterujących, przy czym przetwarzanie to jest nadążne (on line), tzn., że jest wykonywane w czasie napływu informacji.

Abonent wybierając tarczą numerową numer abonentu wywoływanego nadaje do łącznicy informację określającą punkt sieci z jakim chce być połączony. Zestawianie żądanego połączenia jest przetwarzaniem otrzymanej informacji. Nadawanie tej podstawowej informacji trwa określony czas zależny od szybkości pracy nadajnika, jakim jest np. tarcza numerowa oraz od sprawności abonenta. Przetwarzanie otrzymanej informacji polega na zmianach stanów (z biernego w czynny i na odwrót) elementów wyposażenia, połączonych ze sobą w sposób narzucony przez konstruktora. Sposób ich połączenia ze sobą narzuca również, określoną przez konstruktora, sekwencję zmian ich stanów stosownie do otrzymanej informacji. Każda zmiana stanu jest dokonywana w czasie zależnym od właściwości fizycznych i konstrukcyjnych użytych elementów. Są to tzw. czasy reakcji. Najdłuższymi czasami reakcji charakteryzują się elementy elektromechaniczne (od części do pojedynczych sekund), krótszymi elementy elektromagnesowe (od kilku do kilkuset milisekund) i najkrótszymi elementy elektronowe (od nanosekund do milisekund). Wobec żądania nadążności przetwarzania, lub co najmniej zapewnienia bezbłędnego przyjęcia, informacji nadawanych przez abonenta, muszą być stosowane elementy o czasie reakcji co najwyżej równej czasowi trwania elementu informacji, np. zwarcia lub przerwy zestyków tarczy. W łącznicach nieelektronicznych stosowane są elementy o czasach reakcji tego samego rzędu co czasy trwania poszczególnych elementów informacji. Wynika stąd, że czasy zajętości poszczególnych zespołów wykonujących swoje funkcje na rzecz zestawianego połączenia są długie, a więc ich liczba w wyposażeniu łącznicy musi być znaczna. Oczywistą konsekwencją ich liczności jest nadanie im roli biernej względem źródeł ruchu. Jeśli są one w stanie spoczynku, to oczekują biernie na zgłoszenie.

Zastosowanie elementów o bardzo krótkim czasie reakcji przy niezmienianej szybkości napływu informacji pozwala na zmniejszenie liczby zespołów, aż do jednego. W tym przypadku, w godzinie największego ruchu, zespół taki jest prawie zawsze zajęty. W celu zapewnienia sprawnej obsługi zgłoszeń zachodzi konieczność uporządkowania kolejności obsługi źródeł ruchu. Należy zatem zastąpić rolę bierną rolą czynną, polegającą na tym, że pojedynczy zespół kolejno przyłącza się do wszystkich źródeł ruchu i bada, czy występuje zgłoszenie; jeśli tak, to je obsługuje, a jeśli nie, to przyłącza się do następnego źródła ruchu. Proces ten nosi nazwę **przepatrywania,** a zespół wykonujący ten proces nazywa się **przepatrywaczem.**

Proces przepatrywania służy do wykrycia zgłoszenia, tzn do wykrycia i odebrania informacji, że istnieje zgłoszenie i z jakiego źródła ono pochodzi. Zatem przepatrywanie jest sposobem zbierania informacji o stanach. Przeto można ten sposób przyjąć jako zasadę zbierania informacji. Każdy rodzaj informacji wymienianych między daną łącznicą i jej źródłami ruchu oraz między zespołami wewnątrz tej łącznicy jest objęty określonym tzw. systemem sygnalizacji, przy czym w każdym systemie sygnalizacji określone są ściśle:

— zbiór sygnałów elektrycznych;
— parametry sygnałów, takie jak np. czas trwania poszczególnych elementów, częstotliwość, moc, napięcie;
— dopuszczalne sekwencje sygnałów;
— zbiór przyporządkowań poszczególnym sygnałom odpowiednich informacji.

Wobec tego, częstość przepatrywania, czemu odpowiada odcinek czasu między kolejnymi przyłączeniami się do tego samego punktu badanego, musi być tak dobrana, aby co najmniej raz, a ze względów niezawodnościowych co najmniej dwa razy, następowało na pewno badanie każdego punktu w czasie trwania najkrótszego elementu informacji. Taka częstość przepatrywania zapewnia poprawny odbiór każdego elementu informacji.

Przyjęcie przepatrywania jako zasady zbierania informacji jest możliwe tylko w przypadku zastosowania elementów, których trwałość nie zależy od liczby zadziałań i których czas reakcji jest bardzo mały. Takimi są właśnie elementy elektronowe.

Układy stosowane w łącznicach elektronicznych dzieli się na układy logiczne i pamięciowe. Układy logiczne takie jak bramki (funktory) typu I (ang. AND), LUB (ang. OR) oraz negatory NIE (ang. NOT) zastępują zestyki metaliczne (np. przekaźników w łącznicach nieelektronicznych). Natomiast układy pamięciowe zastępują cewki elektromagnesów (w tym przekaźników) wraz z obwodami ich działania i podtrzymania oraz z mechanicznymi częściami oddziaływania na zestyki. W łącznicach nieelektronicznych nie występują zestyki bez elementów elektromagnesowych i przełączających. W związku z tym, dla uproszczenia rozumowania, nie oddzielono zespołu zestyków, jako odrębnego zbioru elementów funkcjonalnych, od elementu elektromagnesowego oddziałującego na zestyki, a wykonującego odmienne funkcje. Dlatego posługiwano się pojęciami takimi jak: przekaźnik, łącznik, mostek itp. W układach elektronicznych zaś występuje ścisła odmienność funkcjonowania układów, co pociągnęło za sobą rewizję pojęciową w zakresie łącznic nieelektronicznych oraz

wyraźnie rozdzielenie wyposażenia przeznaczonego do wykonywania poszczególnych rodzajów funkcji.

Połączone, zgodnie ze schematem danego zespołu, zestyki metaliczne tworzą tzw. sieć logiczną dokonującą właściwego przetwarzania odebranych informacji. Elektromagnesy zaś oprócz funkcji przełączania zestyków, wykonują funkcję pamiętania. W układach elektronicznych sieć logiczna jest zbudowana z elementów logicznych, do których są doprowadzone sygnały informacji pochodzących ze źródła ruchu oraz z pamięci. Wynik dokonanego przetwarzania jest wprowadzony do pamięci. Jest to podstawowa zasada przetwarzania informacji tworzącego proces zestawiania połączenia w łącznicach elektronicznych.

Duża szybkość pracy układów elektronicznych w stosunku do szybkości napływu informacji sprawia, że wykonanie określonych czynności na rzecz jednego połączenia trwa bardzo krótko. Wykonanie czynności polega na pewnym przetworzeniu informacji, którego wynik zostaje zmagazynowany w pamięci. Zatem sieć logiczna dokonująca tego przetworzenia jest zajęta dla każdego połączenia przez bardzo krótki odcinek czasu, co sprawia, że jedna sieć logiczna, przystosowana do określonych przetwarzań może obsłużyć wszystkie połączenia zestawiane w danej łącznicy, przy czym abonenci nie odczuwają żadnej zwłoki w załatwianiu ich zgłoszeń. Mówi się, że taka sieć logiczna **udziela się czasowo** poszczególnym połączeniom. Stąd powstało pojęcie pracy na **zasadzie udziału czasowego.** Taka pojedyncza sieć logiczna jest więc siecią centralną względem wszystkich abonentów. Zasadę tę rozciąga się na wszystkie sieci logiczne sterowania, z czego wynika centralizacja sterowania. Ze względów niezawodnościowych wyposażenie sterowania jest dublowane lub potrajane, co nie zmienia faktu scentralizowania sterowania.

Scentralizowanie sterowania może być uniwersalne, bądź specjalizowane w różnym stopniu. Uniwersalizacja sterowania polega na tym, że w sterowaniu istnieje tylko jedna sieć logiczna dokonująca wszystkich przetworzeń informacji potrzebnych w procesie zestawiania połączeń. Każda sieć logiczna, aby wykonywała żądane przetworzenie informacji musi współpracować z pamięciami. Wobec tego uniwersalizację sterowania uzyskuje się przez zastosowanie w *SUS* specjalizowanego komputera o bardzo dużych pamięciach operacyjnych i zewnętrznych. Kierunek ten reprezentują rozwiązania amerykańskie i japońskie.

Specjalizacja sterowania polega na tworzeniu szeregu sieci logicznych wyspecjalizowanych w ściśle określonych zakresach przetworzeń informacji. Suma tych przetworzeń daje w efekcie proces zestawiania połączeń. Wyspecjalizowane sieci logiczne tworzą zespoły, które stanowią wyspecjalizowane mini- lub mikrokomputery lub procesory. Takie małe, wyspecjalizowane komputery lub procesory wymagają stosowania pamięci operacyjnych o znacznie mniejszych pojemnościach niż w przypadku rozwiązań uniwersalnych. Kierunek ten znalazł zastosowanie w rozwiązaniach europejskich.

Przetwarzanie informacji, odebranych ze źródeł ruchu, na utworzenie drogi połączeniowej w łącznicy jest dokonywane zawsze według tych samych zasad określonych przez konstruktorów danego systemu. Zbiór zasad określających ciąg kolejnych przetworzeń cząstkowych składających się na proces zestawiania połączeń nosi nazwę

algorytmu. Istnieją więc algorytmy zestawiania połączeń oraz przetworzeń cząstkowych. Każdy algorytm można zapisać w postaci ciągu rozkazów wykonywania czynności elementarnych, zwanego programem. Instrukcje i rozkazy programu można zrealizować technicznie w różny sposób. W łącznicach nieelektronicznych i części łącznic elektronicznych program pracy łącznicy jest zapisany w postaci okablowania poszczególnych zespołów i całej łącznicy. Mówi się wówczas o rozwiązaniu z programem zmagazynowanym w okablowaniu lub z jęz. ang. — hardware'owym (hardłerowym). Jest to rozwiązanie tanie, lecz bardzo sztywne. Urządzenie z takim programem może wykonywać tylko te funkcje do jakich zostało skonstruowane. Jakakolwiek zmiana w zasadach działania, tzn. w programie pracy, wymaga mniejszej lub większej zmiany jego okablowania. Każda zmiana okablowania łącznicy jest kłopotliwa tak ze względu na pracochłonność jak i niebezpieczeństwo przypadkowych uszkodzeń. Czasami zmiana okablowania wymaga wyłączenia łącznicy z ruchu, do czego z reguły się nie dopuszcza.

Krańcowo innym sposobem wprowadzania do łącznicy programu jej pracy jest zapisanie programu w specjalnej pamięci zwanej pamięcią programu. W tym przypadku mówi się o rozwiązaniu z programem zmagazynowanym w pamięci lub krótko — w nazewnictwie polskim — o rozwiązaniu ze sterowaniem programowanym lub z jęz. ang. — software'owym (softłerowym). Takie rozwiązanie jest bardzo elastyczne, gdyż zmiana w programie pociąga za sobą jedynie zmianę zawartości informacyjnej w pamięci programu. Nie ma wówczas zmian w okablowaniu łącznicy. Dlatego sterowanie programowane znalazło szerokie zastosowanie w nowoczesnych rozwiązaniach łącznic elektronicznych.

Między powyższymi dwoma krańcowymi rozwiązaniami istnieje szereg rozwiązań pośrednich, w których ogranicza się program w pamięci przenosząc część programu do okablowania. Rozwiązania takie są tworzone ze względu na zmniejszenie kosztów, zwiększenie szybkości pracy (rozwiązania hardware'owe są szybsze) oraz trudności w produkowaniu tanich, szybko działających, niezawodnych pamięci programu o bardzo dużej pojemności. Ten ostatni wzgląd sprawia, że rozwiązania amerykańskie i japońskie są prawie w pełni programowane, podczas gdy rozwiązania europejskie są w mniejszym lub większym stopniu rozwiązaniami pośrednimi.

Niemożność znalezienia układu elektronicznego zastępującego zestyk metaliczny w torze rozmównym przy jednoczesnym opanowaniu technicznym i technologicznym rozwiązań sterowania programowanego przesądziła o podjęciu produkcji łącznic quasielektronicznych jako rozwiązań kompromisowych i przejściowych. Nie zrezygnowano jednak z poszukiwania rozwiązań całkowicie elektronicznych. Biorąc za podstawę fakt, że trwałość układów elektronicznych nie zależy od liczby zadziałań, postanowiono wprowadzić do wnętrza łącznicy technikę telefonii wielokrotnej. W tym przypadku znika problem zastępowania zestyku metalicznego układem elektronicznym, gdyż telefonia wielokrotna nie dopuszcza przesyłania sygnałów prądu stałego i przemiennego małej częstotliwości oraz sygnałów dużej mocy. Oczywiście wprowadzenie telefonii wielokrotnej do wnętrza łącznicy zmusza do przeniesienia wyposażeń związanych z zasilaniem prądem stałym i prądem dzwonienia do abonenckich zespołów liniowych *AZL*, co jak wiadomo zwiększa koszty. Przy podejmowaniu prac w tym kierunku

spodziewano się jednak uzyskać obniżkę kosztów pól komutacyjnych, która pokryje wzrost kosztów wynikających ze wzbogacenia *AZL*, dając w efekcie rozwiązanie ekonomiczne. Zostało to potwierdzone w praktyce.

Istnieją więc rozwiązania z telefonią naturalną i wielokrotną w sieci dróg rozmównych *SDR*. W przypadku telefonii naturalnej każdemu połączeniu przydziela się na czas jego trwania odrębny fizycznie zestaw zespołów (wybieraków, translacji, zespołów połączeniowych) rozmieszczonych w różnych miejscach przestrzeni łącznicy. W tym przypadku mówi się o rozwiązaniach z **przestrzennym rozdzieleniem kanałów.** Pola komutacyjnych takich łącznic nazywa się polami przestrzennymi.

Jeżeli w *SDR* zastosowano telefonię wielokrotną opartą na rozdziale częstotliwościowym, tzn. dla każdego połączenia przydziela się inną częstotliwość nośną, to mówi się o rozwiązaniu łącznicy **z częstotliwościowym rozdziałem kanałów.** Pola komutacyjne takich łącznic nazywa się polami częstotliwościowymi.

Jeśli w *SDR* zastosowano telefonię wielokrotną opartą na rozdziale czasowym, tzn. dla każdego połączenia przydziela się inny odcinek czasu w ramach odcinka czasu będącego cyklem powtarzania, lub inaczej przydziela się ciąg impulsów o innej fazie, mówi się o rozwiązaniu łącznicy z **czasowym rozdziałem kanałów.** Pola komutacyjne takich łącznic nazywa się polami czasowymi. Rozwiązania z przestrzennym rozdziałem kanałów są quasielektroniczne z wyjątkiem łącznic małej pojemności. Częstotliwościowy rozdział kanałów jest, jak dotychczas, niepraktyczny głównie ze względów ekonomicznych. Natomiast rozwiązania z czasowym rozdziałem kanałów dały podstawę do nowej koncepcji rozwiązań sieci telekomunikacyjnej tzw. zintegrowanej. Pierwsze koncepcje sieci zintegrowanych powstały w latach sześćdziesiątych i są obecnie rozwijane. Próby budowy takich sieci są podejmowane w szeregu krajach na świecie (w Ameryce, Japonii, Francji i Polsce). Rozróżnia się następujące zakresy integracji:

— technik,
— usług,
— użytkowników.

Integracja technik polega na stosowaniu tej samej techniki telefonii wielokrotnej na łączach międzycentralowych i wewnątrz łącznicy. W sieci zintegrowanej w zakresie technik istnieją tylko dwa zasadniczo punkty modulacji, a mianowicie na wejściu i na wyjściu. tzn. w tych punktach występuje przemiana sygnałów telefonii naturalnej na sygnały telefonii nośnej i na odwrót. Wewnątrz sieci sygnały są transmitowane i komutowane bez ich przemieniania na sygnały telefonii naturalnej.

Integracja w zakresie usług polega na łączeniu w jedną sieć odrębnych dotychczas sieci świadczących różne usługi, jak np. sieć telefoniczna, teleksowa, telegramowa, komputerowa. Czasowe systemy wielokrotne pozwalają na transmisję sygnałów występujących w tych różnych sieciach. Sterowanie programowane zapewnia identyfikację każdego połączenia co do rodzaju usługi oraz realizację właściwego, dla danej usługi, algorytmu obsługi zgłoszenia. Te możliwości stwarzają realne podstawy do integracji w zakresie usług.

Integracja w zakresie użytkowników polega na łączeniu w jedną sieć telekomunikacyjną różnych sieci administrowanych przez różne organizacje gospodarcze lub resor-

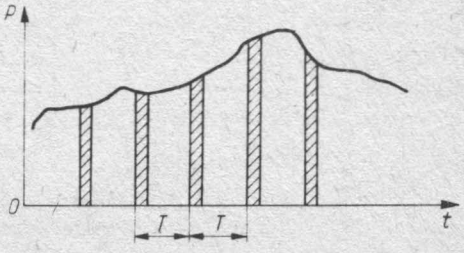
ty. Ten rodzaj integracji wymaga dysponowania w łącznicy wyposażeniem zdolnym do wyróżniania dużej liczby klas (kategorii) źródeł ruchu oraz pamięci zdolnych do zmagazynowania wielu algorytmów zestawiania połączeń stosownie do wyróżnianych klas. Wymogi te spełniają łącznice elektroniczne z programowanym sterowaniem dostosowane do integracji w zakresie techniki.

Integracja w zakresie technik jest już realizowana w szeregu krajach, w tym w Polsce. Natomiast pozostałe zakresy integracji znajdują się w fazie badań i trudno przewidzieć kiedy zostaną wprowadzone do praktyki. Występują tu bowiem trudności techniczne, administracyjne oraz prawne.

Trudności techniczne dotyczą zarówno systemów elektronicznych jak i przekształcania sieci istniejących w sieć zintegrowaną. Pierwsze z nich zostaną rozwiązane w krótkim czasie, gdyż postęp techniczny i technologiczny zmierza szybko do rozwiązania tych problemów jako wspólnych dla wielu dziedzin nauki i techniki, w tym techniki komputerowej. Natomiast trudności związane z przekształcaniem sieci istniejących w zintegrowaną nie będą tak szybko rozwiązane, gdyż wiążą się one nierozłącznie z nakładami finansowymi, problemami administracyjnymi i prawnymi. Trudności te są tym większe im bardziej są rozbudowane istniejące sieci podlegające integracji. Niemniej jednak przewidywane korzyści ekonomiczne płynące z integracji są tak duże, że uzasadniają one prowadzenie działań w tym kierunku. Jednakże będzie to proces długotrwały.

Punktem wyjściowym do powstawania koncepcji sieci zintegrowanej było wprowadzenie do wnętrza łącznicy telefonii wielokrotnej o rozdziale czasowym. Ten rodzaj telefonii wielokrotnej powstał na podstawie następujących badań i spostrzeżeń. W telefonii dąży się do możliwie najwierniejszego odtworzenia po stronie odbiorowej mowy nadawanej po stronie nadawczej. Chodzi tu nie tylko o zrozumiałość informacji słownych, lecz także o takie informacje jak: barwa mowy, umożliwiająca identyfikację nadawcy, stan emocjonalny mówcy itp.

Do przesłania wszystkich tych informacji sygnały telefoniczne zajmują określone pasmo częstotliwości. Na podstawie szerokich badań międzynarodowych ustalono, że pasmo częstotliwości 300...3400 Hz zapewnia odtworzenie po stronie odbiorczej wszystkich wymienionych podstawowych informacji. Systemy telefonii wielokrotnej muszą zapewniać przesyłanie takiego pasma częstotliwości dla każdego kanału telefonicznego. Każdy system telefonii wielokrotnej opiera się na określonym systemie modulacji i demodulacji. Jednym z takich systemów jest modulacja impulsowa. Polega ona na pobieraniu próbek z sygnału analogowego, tj. sygnału analogicznego do zmian ciśnienia powietrza w okolicy mikrofonu. Pobrane próbki (rys. 18.5) są przesy-



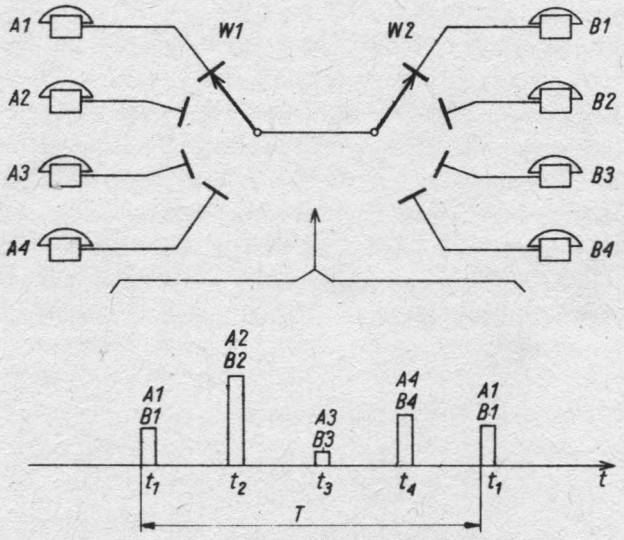
Rys. 18.5. Próbkowanie sygnału analogowego
T — okres próbkowania

lane do odbiornika, gdzie następuje odtworzenie sygnału analogowego z dostateczną wiernością.

Najprostszą realizacją techniczną pobierania i przesyłania próbek jest „zwieranie zestyku" z odpowiednią częstością. W czasie zwarcia zestyku przepływa tylko drobna cząstka energii sygnału analogowego. W dalszych badaniach stwierdzono, że aby odtworzyć po stronie odbiorczej sygnał analogowy z dostateczną wiernością, częstość pobierania próbek musi być co najmniej dwa razy większa od największej częstotliwości przenoszonego pasma. Dla telefonii przyjęto tę częstotliwość jako równą 4 kHz, a najmniejszą częstotliwość próbkowania równą 8 kHz. Ponadto stwierdzono, że wierność odtwarzania zależy głównie od częstotliwości próbkowania i prawie nie zależy od czasu trwania próbki.

Rozwiązanie techniczne powyższych koncepcji w sposób poglądowy przedstawiono na rys. 18.6. Wybieraki *W1* i *W2* pracują synchronicznie, tzn. w tej samej chwili przechodzą z wycinków pola o tych samych numerach na wycinki sąsiednie. W czasie ich postoju np. na wycinkach *1* są połączeni ze sobą abonenci *A1* i *B1* i między nimi przesyłana jest próbka sygnału analogowego, co można zilustrować w postaci impulsu. Gdy szczotki wybieraków przejdą na wycinki *2* następuje rozłączenie toru rozmównego między abonentami *A1* i *B1* i przyłączenia tego toru do abonentów *A2* i *B2*. Wówczas przesyłana jest próbka sygnału analogowego pochodząca bądź od *A2* bądź od *B2* itd. aż do ostatniego wycinka pola, skąd wybieraki przechodzą na wycinki *1* i cały cykl powtarza się.

Połączenie *A1-B1* następowało w czasie t_1; *A2-B2* w czasie t_2 itd. Cały okres powtarzania, zwany **ramką**, został, w tym przykładzie, podzielony na 4 części — na 4 odcinki czasu zwane **szczelinami czasowymi.** Każda szczelina czasowa jest **kanałem czasowym (dyskretnym),** jeśli próbki sygnału analogowego mogą być przesyłane

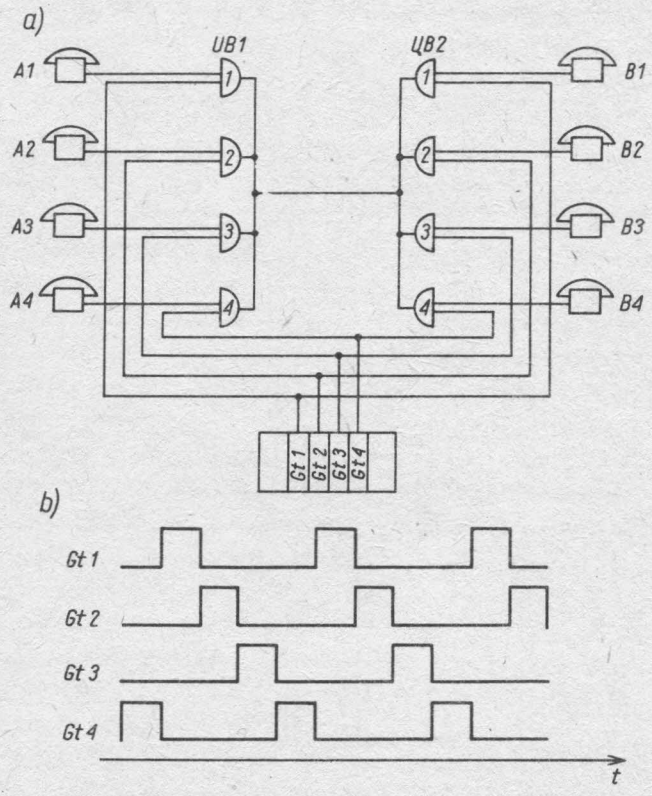


Rys. 18.6. Idea rozdziału czasowego kanałów
W1,2 — wybieraki obrotowe, *A1,2,3,4* oraz *B1,2,3,4* — abonenci

w jednym i tylko jednym kierunku lub jest **łączem czasowym (dyskretnym),** jeśli próbki sygnału analogowego mogą być przesyłane w dwóch kierunkach. Tor rozmówny łączący wybierak *W1* z wybierakiem *W2* jest przyłączany kolejno do różnych par abonentów. Mówi się więc, że tor taki jest kolejno **udzielany** różnym połączeniom. Dlatego też mówi się, że tor pracuje w **udziale czasowym** lub na zasadzie **udziału czasowego.** Jeżeli częstotliwość pracy wybieraków jest ściśle określona oraz czas postoju na każdym wycinku jest taki sam, mówi się wówczas o **podziale czasowym.**

W telefonii najdłuższy czas trwania ramki (również mówi się ramka) wynosi 125 μs. Czas trwania jednego kanału jest równy ramce podzielonej przez liczbę kanałów. W przykładzie z rys. 18.6 czas kanału wynosi 125 μs : 4 = 31,25 μs. Numeracja kanałów jest zgodna z kolejnością ich występowania w ramce. Ponieważ wierność odtwarzania sygnału analogowego nie zależy od czasu trwania kanału można więc tworzyć dowolne ich liczby. Istnieją już systemy o tysiącach kanałów, w których czas trwania kanału jest rzędu dziesiątych części nanosekundy (10^{-9} s).

Na rys. 18.6 zilustrowano ideę rozdziału czasowego za pomocą pojęcia wybieraka elektromagnesowego. Oczywiście żadne urządzenie elektromechaniczne nie może pracować z wymaganą częstotliwością. Należy zastąpić go układami elektronicznymi. Najprostsze rozwiązanie elektroniczne ilustrujące tę ideę przedstawiono na rys. 18.7.



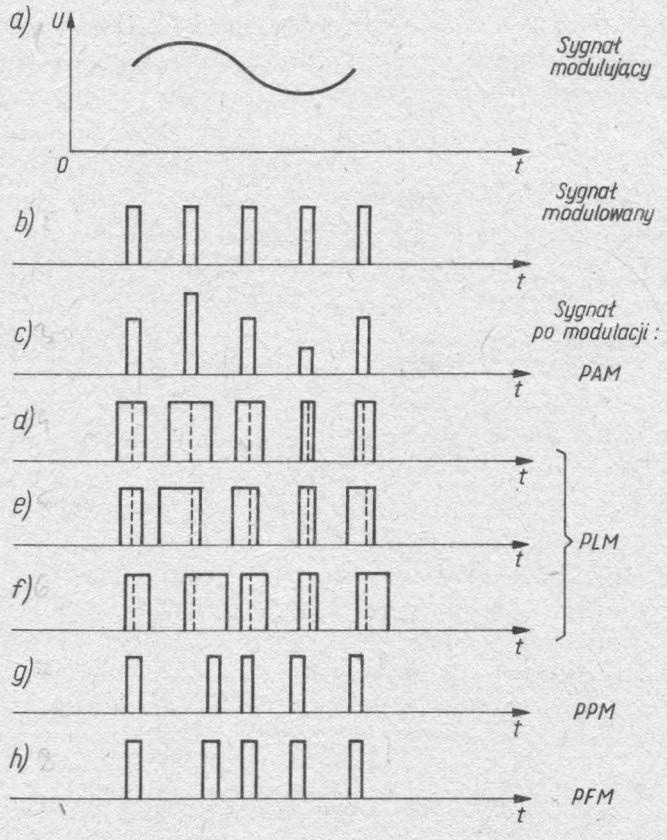
Rys. 18.7. Przykładowe rozwiązanie elektroniczne idei rozdziału czasowego kanałów: *a*) schemat ideowy; *b*) ciągi impulsów generowane przez *Gt*

UB1,2 — układy bramek typu AND, *A1,2,3,4* oraz *B1,2,3,4* — abonenci, *Gt1,2,3,4* — generatory taktów

Wybierak *W1* zastąpiono układem *UB1* bramek typu AND(I), a wybierak *W2* układem *UB2*. Do każdej bramki przyłączony jest abonent oraz wyjście generatora ciągu impulsów o określonej fazie. Z chwilą pojawienia się impulsu bramka zostaje otwarta, co odpowiada postojowi szczotki na wycinku pola. Generatory Gt wytwarzają identyczne ciągi impulsów, lecz o różnych fazach. Czas trwania każdego impulsu jest równy ramce podzielonej przez liczbę kanałów. Zmieniając przyłączenia generatorów zmienia się pary abonentów ze sobą połączonych.

Praktyczna realizacja techniczna pobierania próbek sygnału analogowego polega na modulowaniu ciągu impulsów sygnałem analogowym. Ten rodzaj modulacji nosi nazwę **modulacji impulsowej.** Sygnały impulsowe noszą również nazwę **sygnałów dyskretnych,** w związku z czym zamiana sygnałów analogowych na dyskretne nosi czasami nazwę **dyskretyzacji.** Istnieje wiele systemów modulacji impulsowych. Jeżeli sygnał analogowy moduluje ciąg impulsów, a powstały sygnał nie jest dalej przekształcany, to jest to **prosta modulacja impulsowa.** W przypadku przeciwnym, jest to **złożona modulacja impulsowa.**

W zależności od modulowanego parametru ciągu impulsów tzn. od parametru



Rys. 18.8. Proste modulacje impulsowe

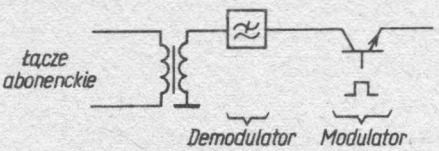
PAM — modulacja amplitudy impulsów, *PLM* — modulacja szerokości impulsów, *PPM* — modulacja fazy impulsów, *PFM* — modulacja częstotliwości impulsów

na jaki oddziałuje sygnał analogowy, wyróżnia się następujące proste modulacje impulsowe:

— modulacja amplitudy impulsu *PAM* (**P**ulse **A**mplitude **M**odulation) (rys. 18.8 *c*),
— modulacja szerokości impulsu *PLM* (**P**ulse **L**ength **M**odulation) (rys. 18.8 *d*, *e*, *f*),
— modulacja fazy impulsu *PPM* (**P**ulse **P**hase **M**odulation) (rys. 18.8 *g*),
— modulacja częstotliwości impulsów *PFM* (**P**ulse **F**requency **M**odulation) (rys. 18.8 *h*).

W ramach modulacji *PLM* rozróżnia się: modulację czoła impulsu (rys. 18.8 *e*), gdy sygnał modulujący oddziałuje na szerokość impulsów przy zachowaniu stałego położenia końca impulsów na osi czasu, modulację tyłu impulsów (rys. 18.8 *f*), gdy sygnał modulujący oddziałuje na szerokość impulsów przy zachowaniu stałego położenia czoła impulsów na osi czasu oraz modulację obu zboczy impulsów (rys. 18.8 *d*), gdy na środek impulsów nie wpływa sygnał modulujący. Efekty modulacji *PPM* i *PFM* są w zasadzie takie same, lecz różnią się urządzeniami modulacji i demodulacji, tzw. **modemami.**

Spośród wszystkich prostych modulacji impulsowych powszechnie stosowana jest modulacja *PAM* ze względu na prostotę i koszty modemów. Modulatorem jest tu specjalna bramka typu I (AND), a demodulatorem jest filtr dolnoprzepustowy, gdyż w widmie częstotliwości sygnału zmodulowanego występuje sygnał modulujący. Schemat ideowy modemu *PAM* przedstawiono na rys. 18.9.



Rys. 18.9. Schemat ideowy modulatora i demodulatora (modemu)

Najbardziej rozpowszechnione są obecnie dwa systemy złożonych modulacji impulsowych: modulacja impulsowo-kodowa *PCM* (**P**ulse **C**ode **M**odulation) oraz modulacja delta (przyrostowa) *PDM* (**P**ulse **D**elta **M**odulation). Modulacja *PCM* polega na porównaniu amplitudy zmodulowanego w *PAM* impulsu ze zbiorem amplitud standardowych i wybraniem amplitudy standardowej najbliższej amplitudzie impulsu. Amplitudy standardowe są ponumerowane. Wybranie przeto jednej amplitudy oznacza określenie numeru amplitudy standardowej i w konsekwencji zamianę amplitudy impulsu zmodulowanego na numer wybranej amplitudy standardowej. Ze względu na prostotę rozwiązań technicznych przyjęto przedstawiać te numery w zapisie binarnym (dwójkowym). Wysłanie numeru w tor polega na wysłaniu impulsu w miejscu, gdzie znajduje się 1 oraz nie wysłania impulsu w miejscu, o wartości 0. Przyjęto międzynarodowo zbiory amplitud standardowych o liczności 128 i 256, przy czym w systemach bardziej nowoczesnych liczność ta wynosi 256. Numery binarne zawierają więc 7 ($2^7 = 128$) lub 8 ($2^8 = 256$) cyfr. Sygnały wynikowe modulacji *PCM* noszą nazwę cyfrowych (czasem numerycznych).

Modulacja delta polega na porównaniu, po modulacji *PAM*, amplitudy bieżącego impulsu z amplitudą impulsu o okres impulsu wcześniejszego. Jeżeli amplituda bieżącego impulsu jest większa, to wysyła się impuls dodatni, jeżeli jest mniejsza, to wysyła się impuls ujemny i jeśli jest taka sama jak poprzedniego, to nie wysyła się żadnego

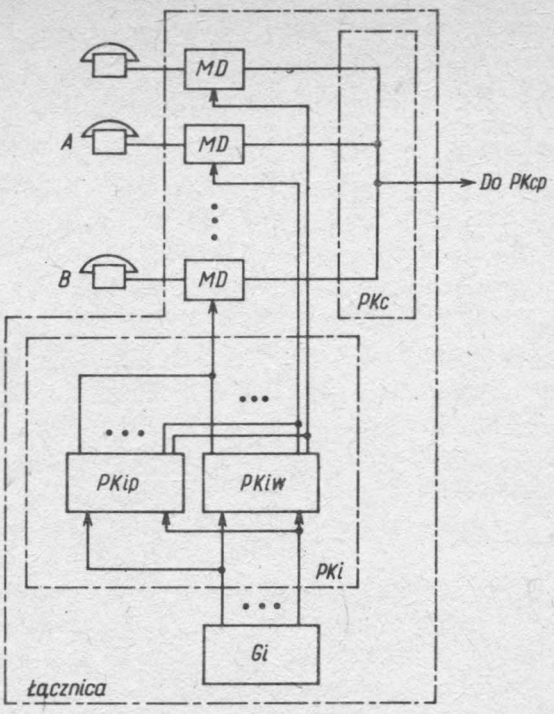
impulsu. Dla pojedynczego łącza modem modulacji delta jest bardzo prosty i tani. Trudności wzrastają w miarę zwiększania liczby łączy w systemie wielokrotnym. Ponadto modulacja ta wymaga większej częstotliwości próbkowania. Te mankamenty sprawiły, że obecnie stosowane są systemy *PCM*. Ostatnio jednak obserwuje się nawrót do modulacji delta.

Sygnały powstałe w wyniku prostych modulacji impulsowych nie nadają się do przesyłania po torach międzycentralowych. Sygnały te mogą być przesyłane na bardzo małe odległości, ograniczone do wnętrza łącznicy. Chodzi o to, że informacje są zawarte w parametrze ciągu impulsów, który jest zniekształcany przez tor. To też było przyczyną zastosowania złożonych modulacji impulsowych. Sygnały powstałe w wyniku tych modulacji zawierają informacje nie w zniekształcanych przez tor parametrach impulsów, lecz w ich kombinacjach. W tych systemach nie jest istotne jak dalece impulsy zostały przez tor zniekształcone, jeśli tylko odbiornik jest w stanie wykryć, czy w wyznaczonym odcinku czasu istnieje impuls, czy też go brak. Po torach uwielokrotnionych za pomocą systemu np. *PCM* przesyłane są ciągi impulsów o bardzo wielkiej częstotliwości zajmujące bardzo szerokie pasmo częstotliwości rzędu megaherców. Symetryczne tory telekomunikacyjne są przystosowane do przesyłania znacznie niższych pasm częstotliwości. Na przykład w sieciach miejskich i okręgowych są one przystosowane do pasm telefonii naturalnej. Przeto tory te znacznie zniekształcają sygnały *PCM*. W celu zapewnienia poprawnej łączności zachodzi konieczność instalowania, mniej więcej co 2 km, wzmacniaczy regeneracyjnych tzw. regeneratorów. Są to urządzenia proste i tanie. Średnio systemy *PCM* opłaca się stosować przy odległościach większych niż 10 km, choć w szczególnych przypadkach odległość ta może wynosić 1 km.

Podstawową funkcją pola komutacyjnego dowolnego systemu jest łączenie ze sobą (komutowanie) dowolnego wejścia (przyjścia) z dowolnym wyjściem tego pola. W przestrzennych (z rozdziałem przestrzennym) polach komutacyjnych funkcję tę realizuje się przez tworzenie fizycznej drogi od wejścia do wyjścia. W czasowych (z rozdziałem czasowym) polach komutacyjnych funkcję tę realizuje się na innych zasadach.

W systemach czasowych każdy kanał zajmuje inny odcinek czasu w ramce. Aby więc móc przesyłać informacje od dowolnego wejścia do dowolnego wyjścia należy doprowadzić do koincydencji (jednoczesności) ciągu impulsów na wejściu z ciągiem impulsów na wyjściu. Można to osiągnąć dwoma zasadniczymi sposobami: przez przyłączanie tego samego ciągu impulsów do komutowanego wejścia i wyjścia lub przez przemieszczenie impulsów jednego ciągu w położenie drugiego z komutowanych ciągów impulsów. Pierwszy z tych sposobów ma zastosowanie w łącznicach z prostą modulacją impulsową, zaś drugi w łącznicach — ze złożoną modulacją impulsową.

Tor, przez który przepływają sygnały impulsowe nosi nazwę **telestrady.** Jeżeli zastosowano system impulsowej telefonii wielokrotnej, np. 30-krotnej, to w jednej telestradzie istnieje 30 kanałów czasowych. Jeśli przyjąć zasadę przyłączania, na czas rozmowy, jednego kanału do jednego źródła ruchu, to pojemność łącznicy o jednej takiej telestradzie nie może być większa niż 120 abonentów. Wynika to z wielkości oferowanego ruchu i dopuszczalnych strat ruchu. Komutowanie abonentów w takiej

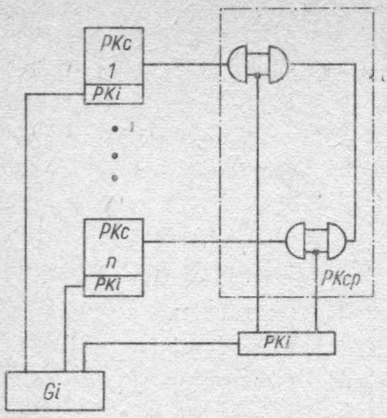


Rys. 18.10. Schemat ideowy łącznicy z modulacją *PAM*

MD — modem *PAM*, *PKc* — pole komutacyjne czasowe, *PKi* — pole komutacyjne impulsów, *PKcp* — pole komutacyjne pośrednie, *PKip* — *PKi* dla *AbA*, *PKiw* — *PKi* dla *AbB*, *Gi* — generator impulsów

łącznicy sprowadza się do skomutowania, np. za pomocą przestrzennych pól komutacyjnych, odpowiedniego wyjścia z generatora impulsów z modemami *AbA* i *AbB* (rys. 18.10). W przedstawionym rozwiązaniu każde łącze abonenckie musi być, ze względu na dopasowanie elektryczne, wyposażone w modem *MD* odpowiedni do zastosowanej prostej modulacji impulsowej, np. *PAM*. Istotnym elementem takiego modemu jest bramka typu I sterowana ciągiem impulsów z pola komutacyjnego ciągów impulsów *PKi*. Jeżeli łącza abonenckie abonentów *A* i *B* są ze sobą połączone, to bramka ta, oprócz przepuszczania próbki sygnału analogowego (co stanowi modulację amplitudy impulsu), przyłącza abonenta np. *AbA* do telestrady. U *AbB* otwiera się jego bramka dokładnie (ten sam ciąg impulsów) w tej samej chwili co u *AbA*, dzięki czemu energia wytworzona u *AbA* przepływa tylko do *AbB* lub na odwrót. Modem stanowi wyposażenie indywidualne łącza abonenckiego i dlatego nie może być zaliczany do wyposażenia czasowego pola komutacyjnego *PKc*. Zatem, w tym rozwiązaniu, wyposażenie *PKc* zostaje ograniczone do telestrady. Pola komutacyjne impulsów są zwykle przestrzenne i nie muszą spełniać wysokich wymagań transmisyjnych, gdyż komutują ciągi impulsów sterujących, będących jednocześnie ciągami modulowanymi, a więc nie zawierającymi jeszcze informacji użytkowych, przy czym ciągi te zostają skomutowane raz na czas trwania połączenia.

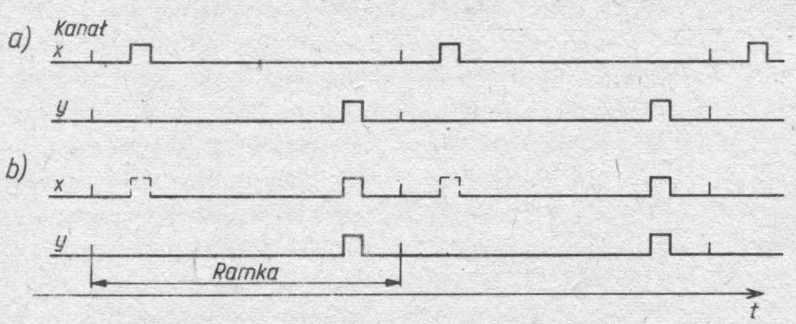
W omówionym rozwiązaniu pojemność łącznicy zależy przede wszystkim od krotności zastosowanego systemu impulsowej telefonii wielokrotnej. Im krotność ta jest



Rys. 18.11. Schemat ideowy pola komutacyjnego czasowego pośredniego (*PKcp*)
(oznaczenia p. rys. 18.10)

większa, tym większa jest pojemność łącznicy. Pomimo tego, że współczesne podzespoły elektroniczne pozwalają na tworzenie systemów o bardzo dużych krotnościach, w łącznicach elektronicznych z innych względów, stosowane są systemy małych krotności. W tym przypadku łącznice o większych pojemnościach są budowane z zastosowaniem np. czasowego pola komutacyjnego pośredniego *PKcp*. Istotę takiego rozwiązania przedstawiono na rys. 18.11. W skład wyposażenia *PKcp* wchodzą bramki typu I łączące telestradę pośredniczącą tego pola z telestradami czasowych pól komutacyjnych *PKc 1...n* poszczególnych grup. W takim rozwiązaniu warunkiem zestawienia połączenia między abonentami różnych grup jest istnienie wolnego, tego samego ciągu impulsów w grupie *AbA*, *AbB* i *PKcp*. Niespełnienie tego warunku pociąga za sobą stan blokady wewnętrznej. W celu ograniczenia występowania zjawiska blokady wewnętrznej zwiększa się liczbę telestrad w grupach oraz w *PKcp*, co jednak komplikuje rozwiązanie sterowania i zwiększa koszt łącznicy. Z tych względów łącznice o dużej pojemności z prostą modulacją impulsową (zwykle *PAM*) nie są w praktyce stosowane.

Drugi ze wspomnianych sposobów polega na przemieszczaniu wzdłuż osi czasu impulsów jednego ciągu, aż do ich koincydencji z impulsami drugiego z komutowanych ciągów. Ponieważ ruch w czasie może się odbywać tylko w jedną stronę, tzn. w kierunku narastania czasu, więc przemieszczanie może dotyczyć jedynie opóźniania impulsów wcześniej występujących (rys. 18.12). Opóźniania dokonuje się za pomocą układów pamięci. Znane układy pamięciowe są przystosowane do przyjmowania sygnałów o określonych parametrach i wydawania sygnałów, zawsze o takich samych parametrach. Dotychczas nie skonstruowano elementów pamięciowych tanich i niezawodnych zdolnych do przyjmowania sygnałów np. o zmiennym parametrze i wydawania sygnałów o parametrach identycznych jak odebrane. Brak takiego elementu uniemożliwia stosowanie omawianego sposobu komutacji do sygnałów wynikowych



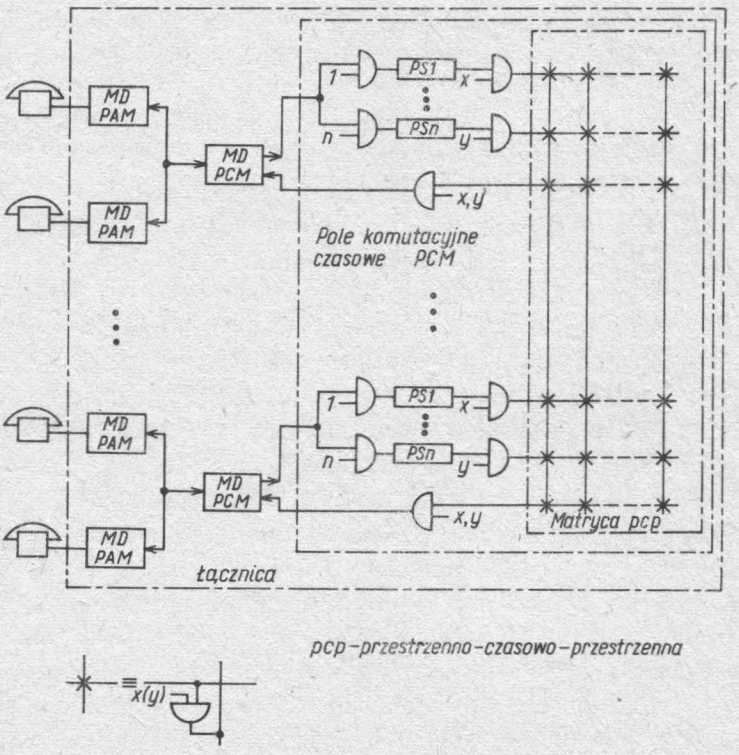
Rys. 18.12. Idea komutowania kanałów czasowych z opóźnieniem: *a*) położenia czasowe kanałów w telestradzie przed opóźnieniem; *b*) położenia czasowe kanałów po opóźnieniu

z prostej modulacji impulsowej. Sposób ten nadaje się jedynie do komutowania kanałów, w których informacja jest zawarta w kombinacji impulsów standardowych, a nie w ich jakimś parametrze.

W systemie PCM wartość amplitudy impulsu zamienia się na ciąg o stałej liczbie miejsc, będących odcinkami czasu, w których może występować impuls elektryczny. Ciąg o stałej liczbie miejsc nosi nazwę słowa, a poszczególne miejsca — bitów. W istniejących systemach PCM słowa mają długość 8 bitów. Tak więc informacja użytkowa znajdująca się w amplitudzie impulsu zostaje zakodowana w kombinacji 8 bitów. Impulsy elektryczne umieszczane w poszczególnych bitach, są zawsze takie same, a więc można je magazynować w pamięci na wymagany okres czasu, bez obawy straty lub zniekształcenia informacji. To samo dotyczy sygnałów modulacji PDM.

Komutowanie kanałów PCM lub PDM sprowadza się do wprowadzenia słowa do pamięci w czasie trwania kanału x (rys. 18.12 *a*) i wyprowadzenia tego słowa z pamięci w czasie trwania kanału y uzyskując koincydencję tych kanałów (rys. 18.12 *b*). Takie rozwiązania czasowe pola komutacyjnego przystosowanego do komutowania sygnałów *PCM* przedstawiono na rys. 18.13.

Telestrady *PAM* są zwykle dwukierunkowe, w sensie transmisji sygnałów elektrycznych. Telestrady *PCM* natomiast są jednokierunkowe. Dlatego za modemem *PCM* (*MD PCM*) występują dwie telestrady: nadawcza i odbiorcza zaznaczone na rys. 18.13



Rys. 18.13. Schemat ideowy łącznicy i pola komutacyjnego czasowego *PCM*

MD PAM — modem *PAM*, *MD PCM* — modem *PCM*, *PSi* — pamięć słów *PCM*, *pcp* — przestrzenno-czasowo-przestrzenna

odpowiednimi strzałkami. Na wejściu pola komutacyjnego telestrady nadawczej znajduje się zespół pamięci słów w liczbie równej liczbie kanałów. Każda pamięć słowa *PS* może przyjąć 8 bitów. Wejście każdej pamięci słowa jest kontrolowane przez bramkę typu I sterowaną ciągiem impulsów danego kanału. W ten sposób do pamięci słowa np. kanału *1*(*PS1*) może być wpisane tylko słowo kanału *1* itd. Wyjścia tych pamięci są także kontrolowane przez bramki typu I, sterowane ciągami impulsów kanałów odbiorczych. Jeżeli np. *AbA* został przyłączony do kanału *x*, a *AbB* do kanału *y*, to poszczególne słowa *PCM* kanału *x* będą wpisywane do *PSx* przyłączonej do telestrady nadawczej *AbA*, zaś poszczególne słowa *PCM* będą wpisywane do *PSy* przyłączonej do telestrady nadawczej *AbB*. Słowa z pamięci *PSx* będą wyprowadzane w kanale *y* (co jest zapewnione przez przyłączenie ciągu impulsów kanału *y* do bramki wyjściowej *PSx*), a z pamięci *PSy* — w kanale *x*. Aby połączenie pomiędzy *AbA* i *AbB* doszło do skutku należy skomutować telestradę wejściową (za pamięcią słowa) z telestradą wyjściową obsługującą grupę abonentów, w której znajduje się abonent wywoływany. Jest to dokonywane za pomocą przestrzennej matrycy komutacyjnej, w której w punktach skrzyżowań znajdują się bramki typu I. Bramki te są sterowane tymi samymi ciągami impulsów, co bramki na wyjściu pamięci słów, właściwymi dla zestawianego połączenia. W telestradzie wyjściowej znajduje się także bramka typu I sterowana ciągiem impulsów przyporządkowanym na czas połączenia abonentowi, do którego ma trafić przesyłane słowo PCM. Warunkiem koniecznym zestawienia połączenia jest koincydencja wysterowania bramek: na wyjściu pamięci słowa, punktu komutacyjnego na właściwym skrzyżowaniu w matrycy komutacyjnej i w telestradzie wyjściowej.

Takie pole komutacyjne, właściwe dla łącznic większych pojemności nosi czasami nazwę pola czasowo-przestrzenno-czasowego *cpc*.

Korzystając z istnienia pamięci słów można optymalizować wyposażenie takich pól, zwłaszcza wielkość przestrzennej matrycy komutacyjnej. Osiągnąć to można korzystając z następujących właściwości systemów PCM. Każde słowo PCM jest wysyłane z modulatora w sposób szeregowy, tzn. bit po bicie. Tak samo słowo to jest wprowadzane do pamięci *PS*. Wyprowadzenia zaś słowa można dokonać równolegle, tzn. jednocześnie odczytać wszystkie bity słowa. Oczywiście zwiększa się liczba bramek wyjściowych z *PS* do 8 oraz liczba bramek w punktach komutacyjnych i telestradzie wyjściowej, ale zyskuje się na czasie przesyłania słowa z pamięci *PS* do wyjścia z pola komutacyjnego. Skraca się 8-krotnie czas przesyłania słowa, gdyż dokonuje się tego w czasowej szczelinie bitowej, a nie kanałowej. W takim jednak rozwiązaniu zachodzi konieczność wyposażenia telestrady wyjściowej w zespół pamięci słów, identyczny jak w telestradzie wejściowej, gdyż demodulator *PCM* musi otrzymywać słowo w sposób szeregowy. Istnienie pamięci słów w obu telestradach można wykorzystać w ten sposób, że połączenie dwóch telestrad, biorących udział w połączeniu, może być dokonane w matrycy za pomocą dowolnego ciągu impulsów, nie koniecznie ciągu *x* lub *y* z rozpatrywanego przykładu. Zaleta ta wynika stąd, że w polu komutacyjnym bez pamięci *PS* w telestradzie wyjściowej żąda się, aby dla zestawienia połączenia wolne były np. kanały *x* i *y* w grupach, do których przyłączeni są *AbA* i *AbB* oraz w matrycy komutacyjnej. Daje to większe prawdopodobieństwo powstawania bloka-

dy wewnętrznej. W rozwiązaniu z pamięciami *PS* w telestradzie wyjściowej prawdopodobieństwo wystąpienia blokady wewnętrznej jest znacznie mniejsze.

Pamięci słów *PS* spełniają również inne funkcje, a mianowicie są podstawowym elementem urządzeń synchronizujących. Jak podano, systemy telefonii wielokrotnej z modulacją *PCM* są stosowane na łączach międzycentralowych. W tym przypadku modem *PCM* może znajdować się w odległej łącznicy. Dwa tory kablowe (jeden do nadawania, drugi do odbioru), uwielokrotnione systemem *PCM*, wraz z regeneratorami noszą nazwę **traktu** *PCM*. Sygnały *PCM* są opóźniane przez tor proporcjonalnie do jego długości. Trakty *PCM* doprowadzone do łącznicy elektronicznej, prowadzące od różnych łącznic odległych, mogą mieć różne długości, a więc wprowadzać różne opóźnienia. Z zasady pracy czasowego pola komutacyjnego wynika konieczność występowania tych sygnałów na jego wejściach dokładnie w fazach impulsów generowanych w łącznicy w tzw. **zegarze**, a wyznaczających szczeliny czasowe ramek, kanałów i bitów. Zatem sygnały *PCM* przychodzące z traktów *PCM* muszą być na wejściu łącznicy zsynchronizowane z zegarem łącznicy elektronicznej. Do celów synchronizacji wykorzystuje się pamięć słów oraz specjalne słowa kodowe przesyłane w ściśle określonej ramce i kanale pozwalające na wyznaczenie po stronie odbiorczej chwili początkowej każdej nadawanej ramki i dalej kanałów i bitów.

Reasumując, należy stwierdzić, że w toku rozwoju łącznic elektronicznych powstały łącznice **zelektronizowane**, tzn. łącznice pracujące na zasadach łącznic nieelektronicznych, których pewna część wyposażenia zawiera elementy elektronowe oraz łącznice **elektroniczne**, tzn. łącznice pracujące na zasadach dostosowanych do właściwości elementów elektronowych, w których co najmniej sterowanie *SUS* zbudowane jest z elementów elektronowych.

Łącznice elektroniczne dzieli się, ze względu na rodzaj elementów użytych do budowy *SDR*, a głównie pól komutacyjnych, na **quasielektroniczne**, jeżeli do budowy pola komutacyjnego użyto zestyków metalicznych — zwykle kontaktronów, oraz **całkowicie elektroniczne**, jeżeli zestyki metaliczne są zastosowane co najwyżej w zespołach zewnętrznych (peryferyjnych), takich jak np. zespoły liniowe i sporadycznie w reszcie wyposażenia łącznicy. Dalej łącznice te dzieli się, ze względu na zasadę rozdziału kanałów w polu komutacyjnym na: łącznice z **rozdziałem przestrzennym** i **czasowym**. Do zbioru łącznic z rozdziałem przestrzennym kanałów należą wszystkie łącznice quasielektroniczne i część całkowicie elektronicznych, zwykle o małych pojemnościach. Łącznice z rozdziałem czasowym dzieli się, ze względu na rodzaj modulacji impulsowej, do jakiej przystosowane jest pole komutacyjne, na łącznice z modulacją PAM, PCM i PDM. Łącznice z modulacją PCM lub PDM noszą nazwę **łącznic sieci zintegrowanej**.

Ze względu na sposób rozwiązania urządzeń sterujących łącznice elektroniczne dzieli się na: łącznice **ze sterowaniem programowanym**, jeżeli co najmniej programy pracy różniące łącznice tego samego systemu w zależności od jej lokalizacji w sieci, są zmagazynowane w specjalnej pamięci; w przeciwnym przypadku są to **łącznice z programem zawartym w okablowaniu; łącznice ze sterowaniem uniwersalnym**, jeżeli w *SUS* istnieje jeden zespół dokonujący wszystkich przetworzeń informacji realizujących wszystkie, nakładane na łącznice, funkcje oraz **łącznice ze sterowaniem specjalizowa-**

nym, jeżeli w *SUS* istnieją zespoły wykonujące ściśle określone funkcje na rzecz zestawianych połączeń.

Na zakończenie omawiania historii i zasad pracy łącznic elektronicznych należy przedstawić jeszcze następujące zasady, a mianowicie udział i podział (rozdział) czasowy oraz pracę synchroniczną i asynchroniczną. Udział czasowy polega na udzielaniu się jakiegoś podzespołu lub zespołu na czas wykonywania określonego zadania na rzecz jednego połączenia. Przy tej zasadzie chwila przyłączenia się danego zespołu lub podzespołu do jakiegoś połączenia oraz czas trwania takiego połączenia nie są z góry określone. Natępuje to wtedy i trwa tak długo, jak zachodzi tego potrzeba. Można powiedzieć, że np. każdy wybierak grupowy w łącznicach biegowych pracuje na zasadzie udziału czasowego. Szczególnym przypadkiem udziału czasowego jest podział (rozdział) czasowy. W tym sposobie pracy następuje podział (stąd nazwa) pewnego odcinka czasu powtarzającego się cyklicznie, na pewne, zwykle jednakowe odcinki czasu, stanowiące pewne kanały, jak np. kanały *PCM*. W rozwiązaniach praktycznych mogą jednocześnie być stosowane obie te zasady pracy.

Jeżeli jakiś zespół wykonuje swoje czynności zależnie jedynie od działań elementów z jakich jest zbudowany, to pracuje on asynchronicznie. Przeważająca większość układów przekaźnikowych pracuje asynchronicznie. Jeżeli zaś zespół do wykonania swoich czynności wymaga działań jego elementów składowych oraz obecności impulsu z pewnego ciągu zwanego zegarem, to pracuje on na zasadzie synchronicznej. Przy pracy synchronicznej każde zadziałanie może dojść do skutku wówczas jeżeli istnieje określona informacja i wystąpi impuls zegara.

Praca asynchroniczna jest szybsza od synchronicznej, lecz wymaga rozbudowanych układów, niż w rozwiązaniach synchronicznych. Przy pracy asynchronicznej pożądane jest, aby sygnały doprowadzane do jakiegoś układu logicznego występowały na jego wejściach dokładnie w tej samej chwili. Nie spełnienie tego warunku prowadzi do powstawania na wyjściu układu chwilowych stanów przejściowych, co komplikuje rozwiązanie. Spełnienie zaś tego warunku jest bardzo trudne w rozwiązaniach praktycznych. W sposobie synchronicznej pracy wady te nie występują. Okres powtarzania impulsów jest tak dobrany, aby na wejściach występowały na pewno wszystkie sygnały w stanie ustalonym. Dzięki temu na wyjściu układu nie występują stany przejściowe. Upraszcza to rozwiązania techniczne, zwiększa niezawodność pracy, lecz wydłuża czas realizacji procesów. Te właściwości pracy synchronicznej sprawiły, że zasada ta we współczesnych łącznicach elektronicznych jest powszechnie stosowana.

18.3. Idea sterowania programowanego

Abonent chcąc nadać cyfrę naciąga tarczę numerową do takiego miejsca, od którego, w ruchu powrotnym, nada ona liczbę przerw, tzn. impulsów, równą nadawanej cyfrze. Jest to oczywiście umowa lub kod, przedstawiana jednych znaków (w tym przypadku cyfr) za pomocą innych znaków (w tym przypadku impulsów prądu stałego). Można kodować bardzo wiele różnych znaków, pojęć lub wyrażeń za pomocą

różnych sygnałów elektrycznych lub sekwencji, np. tylko dwóch sygnałów. Pojęcia te wyrażone są za pomocą słów wchodzących w skład określonego języka. Zatem kodowanie polega na ustalaniu ścisłej odpowiedniości słów, wyrażeń lub pojęć określonych w jednym języku na inny język.

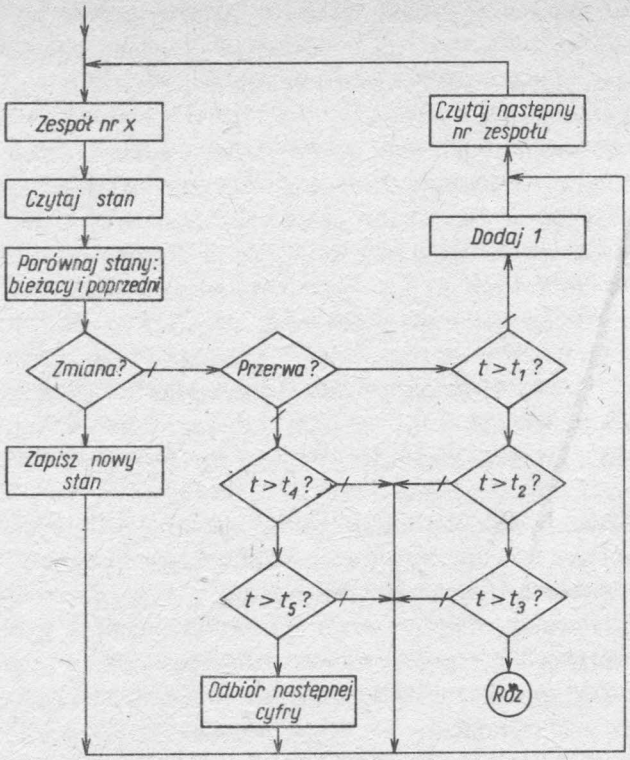
W telefonii stosowanych jest wiele języków. Każdy system sygnalizacji jest innym językiem o zasobie informacji przystosowanym do potrzeb do jakich został opracowany. Na przykład tarcza numerowa jest urządzeniem do kodowania cyfr w sekwencji impulsów elektrycznych. Te sekwencje impulsów są słowami w języku zrozumiałym np. dla łącznic telefonicznych. Za pomocą tarczy numerowej dokonuje się więc przejścia z języka potocznego na język sygnalizacji abonenckiej dla tarczy numerowej. Klawiatura numerowa przystosowana jest do innego języka, a mianowicie do języka sygnalizacji abonenckiej wieloczęstotliwościowej w kodzie 2×1 z 4. W języku tym każdej cyfrze przyporządkowuje się odrębną kombinację dwóch sygnałów o różnych częstotliwościach, z których jedna należy do jednej grupy 4 częstotliwości, a druga — do drugiej grupy 4 częstotliwości.

Wewnątrz łącznicy istnieje co najmniej jeden system sygnalizacji wewnętrznej lub, mówiąc inaczej, język wewnętrzny łącznicy, w którym poszczególne zespoły łącznicy wymieniają informacje między sobą (porozumiewają się), np. poszczególnym informacjom przyporządkowuje się impulsy prądu stałego o różnych długościach. W języku wewnętrznym łącznicy wykorzystuje się również przewody, które specjalizuje się wg rodzajów informacji, np. przewody rozmówne, próbne, cechowania.

Języki sygnalizacji, podobnie jak języki potoczne opierają się na określonych regułach oraz na zbiorach określonych znaków zwanych **alfabetem.** Reguły określają zasady tworzenia **słów** w zadanym alfabecie i całych wyrażeń. W językach potocznych używane są słowa o różnej długości. W językach technicznych stosuje się słowa o różnej, lecz określonej największej długości oraz słowa o stałej długości. Na przykład w języku dla tarczy numerowej długości słów zależą do nadawanej cyfry, lecz słowa nie mogą być dłuższe od 10 znaków (impulsów), podczas gdy w języku dla klawiatury numerowej słowa mają stałą długość tak pod względem czasu trwania, jak i elementów składowych: dwóch częstotliwości.

Słowo nadane tarczą numerową ma długość odpowiednią do wybranej cyfry i składa się z ciągu impulsów, z których każdy składa się z dwóch elementów: przerwy i zwarcia, każdy o określonej mocy oraz minimalnym i maksymalnym dopuszczalnym czasie trwania. W łącznicy układy odbiorcze muszą być dostosowane do tego języka, tzn. muszą bezbłędnie wykryć każdy element, zmierzyć jego parametry i następnie je zmagazynować (zapamiętać). Te czynności mogą być realizowane, w poszczególnych systemach łącznic, w różny sposób, np. programowany i nieprogramowany. Funkcje odbioru sygnałów wybierczych wybrano przykładowo do zilustrowania tych sposobów i do przedstawienia idei sterowania programowanego.

Każda łącznica wykonuje swoje funkcje zawsze jednakowo, w sposób narzucony przez konstruktora. Przystępując do konstruowania jakiegoś zespołu łącznicy konstruktor wie, jakie funkcje ma ten zespół wykonywać. Znając funkcje konstruktor określa w sposób ogólny ich realizację. Wówczas sporządza się tzw. **funkcjogram** (sieć działań) zespołu lub realizacji funkcji.



Rys. 18.14. Przykładowy i uproszczony funkcjogram odbioru jednej cyfry

Na rys. 18.14 przedstawiono przykładowy i uproszczony funkcjogram odbioru przez łącznicę jednej cyfry.

Funkcjogram jest przedstawieniem graficznym algorytmu pracy urządzenia lub realizacji określonego procesu. Algorytm jest to zbiór reguł określających sposób realizacji procesu oraz kolejność wykonywania czynności elementarnych składających się na dany proces. Algorytm może być więc zadany w postaci opisów słownych (np. opisy działania zespołów, zestawienia połączeń), wzorów matematycznych lub funkcjogramów. W tych ostatnich stosuje się następujące symbole graficzne:

prostokąt — symbolizuje operacje (określone słownie wewnątrz jego obrysu), których wykonywanie jest zawsze jednoznaczne,

romb — symbolizuje operację badania warunku logicznego (określonego słownie wewnątrz jego obrysu zwykle w postaci pytania, na które można udzielić odpowiedzi jedynie w postaci „tak" albo „nie"); od spełnienia tego warunku zależy, która operacja ma być wykonana jako następna.

strzałka — symbolizuje kierunek przechodzenia od jednej operacji do drugiej, a ponadto strzałka wychodząca z rombu oznacza odpowiedź „tak",

strzałka przekreślona — symbolizuje, na wyjściu rombu, odpowiedź „nie",

punkt styku grotu strzałki z inną strzałką — symbolizuje połączenie strzałek w jednym kierunku.

Algorytm funkcjogramu (z rys. 18.14) należy odczytać następująco:

Z zewnątrz, z jakiegoś zespołu przychodzi numer zespołu, w którym ma być badany stan łącza. Zespołem tym może być np. wybierak grupowy, zespół połączeniowy lub translacja. Numer zespołu jest często zastępowany pojęciem **„adresu"** zespołu. Pierwsza więc operacja „Zespół nr x" oznacza odebranie przez zespół x swojego adresu, co stanowi informację, że ma on przejść do stanu umożliwiającego wykonanie następnej operacji „czytaj stan".

Pierwsza operacja ma w łącznicach biegowych charakter formalny, gdyż cyfry odbierane są przez poszczególne wybieraki. W łącznicach elektronicznych zaś ma ona znaczenie istotne i dlatego została umieszczona.

Odbieranie informacji wybierczych w łącznicach elektronicznych jest dokonywane na zasadzie przepatrywania. Pojęcie przepatrywania można rozciągnąć na łącznice nielektroniczne przyjmując, że w tych ostatnich, okres przepatrywania wynosi zero, tzn. że między kolejnymi sprawdzeniami stanu nie ma przerw, a więc jest to proces ciągły dla każdego punktu przepatrywania, lub inaczej nadzorującego, stan łącza lub pętli abonenckiej. Dzięki takiemu zabiegowi myślowemu można uznać, że funkcjogram opisuje proces odbioru cyfry w każdym systemie łącznic automatycznych.

Pod pojęciem stanu łącza lub pętli abonenckiej rozumie się, w omawianym procesie, stan zwarcia lub przerwy zestyków tarczy numerowej. Zatem operacja „czytaj stan" polega na stwierdzeniu, jaki w danej chwili jest stan zestyków tarczy numerowej. Stwierdzenie, jaki stan aktualnie istnieje nie wystarcza do poprawnego odbioru informacji. Nie wiadomo bowiem, czy jest to stan, jaki istnieje już od pewnego czasu, czy też między poprzednim i obecnym sprawdzaniem stanu, nastąpiła jego zmiana i jest to stan nowy. Aby to stwierdzić, trzeba porównać stan wykryty przy poprzednim sprawdzaniu ze stanem obecnym (bieżącym). Czynność tę określa operacja trzecia. Wynik porównania podlega analizie, która powinna dać odpowiedź na pytanie „czy nastąpiła zmiana stanu?". Służy temu warunek logiczny „zmiana?".

Wyznaczenie, z żądaną dokładnością (przy przepatrywaniu z dokładnością do okresu cyklu przepatrywania), chwili wystąpienia zmiany stanu jest potrzebne do prawidłowego zmierzenia czasu trwania danego stanu.

Jeżeli wynik analizy „zmiana?" jest pozytywny (tak→), to fakt ten należy jedynie zarejestrować. Chodzi o to, że wykryty stan może być konsekwencją jakiegoś zakłócenia, a nie właściwą informacją. W tym systemie sygnalizacji jedyną informacją zapewniającą wyróżnienie sygnału właściwego spośród wielu sygnałów zakłócających jest czas trwania danego stanu. Zwykle czasy trwania sygnałów zakłócających są znacznie krótsze od czasu trwania sygnału informacyjnego i są krótsze od stosowanych okresów przepatrywania. Z tych względów, po wykryciu zmiany stanu należy przejść do operacji „Zapisz nowy stan" i zakończyć czynności związane z odbiorem cyfry z łącza nadzorowanego przez zespół X. Oznacza to przejście do operacji „Czytaj następny numer zespołu", tzn. numer zespołu, który także odbiera cyfrę, lecz z innego łącza. W tym innym zespole następuje wykonanie operacji pierwszej i dalej proces przebiega zgodnie z podanym funkcjogramem. Takie powroty do poprzednich operacji noszą nazwę **pętli.**

Jeżeli wynik analizy „zmiana?" jest negatywny (nie→), to oznacza to, że zmiana

stanu została wykryta najpóźniej przy poprzednim sprawdzaniu stanu łącza. Zachodzi więc konieczność stwierdzenia jak długo trwa już ten stan. Należy więc zmierzyć czas jego trwania. Zwykle pomiar ten sprowadza się do zliczania kolejnych cykli przepatrywania, w których wykryto ten sam stan (czas trwania stanu równa się liczbie cykli razy czas trwania cyklu) i stwierdzenia czy czas trwania danego stanu jest większy od wielkości t_i ustalonych dla poszczególnych elementów ciągu impulsów.

Ponadto każdy element ma inne znaczenie informacyjne, więc przede wszystkim stwierdzić należy jakiemu elementowi odpowiada bieżący stan łącza. Ponieważ w każdym impulsie występują dwa elementy, więc wystarczy zbadać czy jest to jeden z nich, np. przerwa. Dlatego w funkcjogramie występuje warunek logiczny „Przerwa?". Jeżeli „tak" (→), to do zbadania czasu jej trwania i zrozumienia przyporządkowanej jej informacji należy korzystać z wielkości ustalonych, t_i, dla $i = 1, 2, 3$. Wielkość t_i określa minimalny dopuszczalny czas trwania przerwy; przekroczenie tego czasu oznacza, że jest to przerwa nadana w łącze i jest prawdopodobnie przerwą wybierczą. Wielkość t_2 określa maksymalny dopuszczalny czas trwania przerwy; jego przekroczenie oznacza prawdopodobnie rozłączenie. Wielkość t_3 wyznacza czas, którego przekroczenie jest na pewno rozłączeniem. Wielkość t_3 nie jest konieczna, gdyż wielkość t_2 można tak dobrać, że jej przekroczenie będzie oznaczać rozłączenie. W wielu rozwiązaniach wielkość ta jest stosowana i dlatego ją umieszczono w funkcjogramie. Jeżeli wynik analizy „Przerwa?" jest negatywny (nie↛), to należy korzystać z wielkości t_i, *dla* $i = 4,5$. Wielkość t_4 określa minimalny czas trwania zwarcia — jego przekroczenie oznacza, że stwierdzony stan nie jest na pewno zakłóceniem i jest prawdopodobnie zwarciem wybierczym. Wielkość t_5 określa maksymalny dopuszczalny czas trwania zwarcia; jego przekroczenie oznacza, że wykryty stan zwarcia jest przerwą międzyseryjną, co jest równoznaczne z zakończeniem nadawania cyfry.

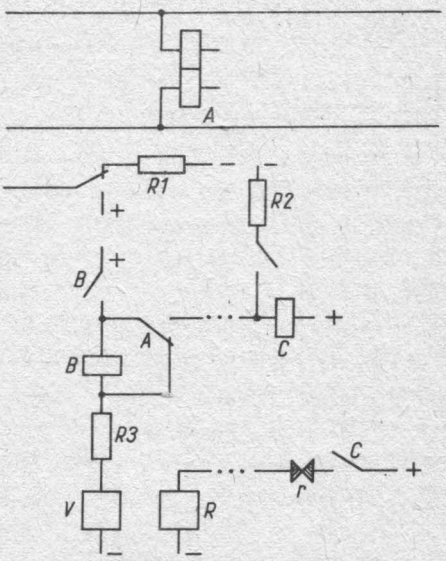
Dalsza analiza wykrytego stanu jest już oczywista. Wynik pozytywny w analizie „Przerwa?" kieruje proces do analizy czy przekroczono wielkość t_1. Jej nieprzekroczenie oznacza, że wykryty stan trwa (w zależności od ustalenia wielkości t_2) od poprzedniego sprawdzenia, kiedy to nastąpiło zarejestrowanie tego stanu jako prawdopodobnie przerwy wybierczej. Utrzymywanie się tego stanu należy rozumieć jako wykrycie przerwy wybierczej, którą trzeba zarejestrować. Aby wiedzieć, jaka jest nadawana cyfra należy zliczyć liczbę przerw. Przeto odpowiedź negatywna w analizie „$t > t_1$?" kieruje proces do operacji „Dodaj 1" i dalej do głównej pętli procesu, jako że w tej chwili nic więcej o odbieranej przerwie nie wiadomo i dlatego nie można nic więcej zrobić. Odpowiedź pozytywna na warunek „$t > t_1$?" kieruje proces do analizy „$t > t_2$?". Tu wynik negatywny prowadzi proces do pętli głównej, gdyż w dalszym ciągu nie wiadomo, jak należy rozumieć odebraną przerwę, a wynik pozytywny prowadzi do warunku „$t > t_3$?". Odpowiedź negatywna kieruje proces do zasadniczej pętli, a pozytywna — do algorytmu rozłączenia oznaczonego na rys. 18.14 kółkiem z napisem „*Roz*".

Podobnie przebiega proces w gałęzi zwarcia, tzn. po negatywnej odpowiedzi na pytanie „Przerwa". W przypadku odpowiedzi pozytywnej na warunek „$t > t_5$?" proces przechodzi przez operację kończącą odbiór jednej cyfry, a mianowicie przez operację

„Odbiór następnej cyfry". Wyposażenie łącznicy przygotowuje się do odbioru następnej cyfry.

Ilekroć w procesie odbioru cyfry zespół x przechodzi do sprawdzania stanu łącza, tylekroć wykonuje on czynności określone w funkcjogramie i to w kolejności tam podanej. Przy każdym sprawdzaniu stanu łącza proces może przebiegać po innej gałęzi określonej wynikami dokonanych analiz. Zestaw czynności wykonywanych przy każdym sprawdzaniu stanu, jest zawarty pomiędzy operacją „zespół nr x" i operacją „czytaj następny nr zespołu".

Realizacja techniczna algorytmu określanego funkcjogramem z rys. 18.14 może być różna. Na rys. 18.15 przedstawiono fragment schematu łącznicy biegowej dotyczący odbioru jednej cyfry. Kropki na liniach odpowiadających połączeniom elementów oznaczają, że w obwodzie na pełnym schemacie zespołu znajdują się jeszcze inne zestyki, które są zbędne dla potrzeb omawianego przykładu. Jest to rozwiązanie elektromagnesowe, w którym czasy reakcji elementów są, co najmniej, o rząd wielkości krótsze od czasów trwania elementów impulsów wybierczych. Zatem przekaźnik impulsujący A nadzorujący stan łącza nie może reagować na krótkotrwałe sygnały zakłócające. Stan tego przekaźnika ściśle odpowiada stanom zestyków tarczy numerowej. Właściwości przekaźnika oraz sposób jego włączenia umożliwiają mu realizację operacji „Czytaj stan", „Porównaj...", „Zmiana?", „Przerwa?", „Zapisz nowy stan" I „$t > t_1$?". Wobec tego zwolnienie tego przekaźnika powoduje przejście do operacji „Dodaj 1" przez stworzenie obwodu wzbudzającego elektromagnes V. Mechanizm wybieraka podnosząco-obrotowego spełnia funkcję licznika (sumatora dziesiętnego) i pamięci. Przekaźnik B bada warunek „$t > t_2$?", a łącznie z przekaźnikiem C bada warunek „$t > t_3$?". Zwolnienie przekaźników B i C stanowi przejście do algorytmu rozłączenia.



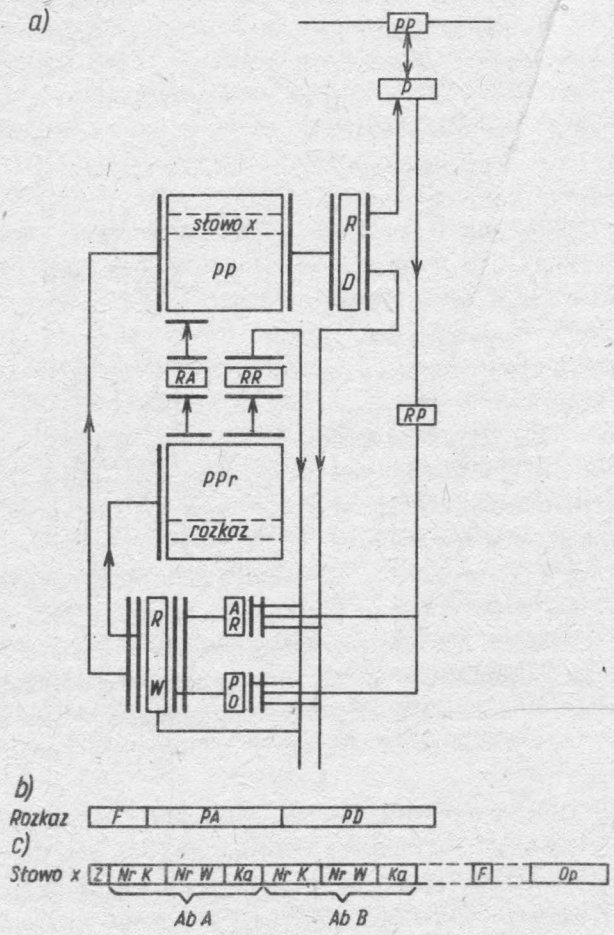
Rys. 18.15. Fragment schematu łącznicy biegowej dokonujący odbioru jednej cyfry

Zadziałanie przekaźnika A powoduje przejście do badania warunku „$t > t_4$?" i dalej do badania warunku „$t > t_5$?". Przekroczenie czasu t_5 powoduje zwolnienie przekaźnika C przy czynnych przekaźnikach A i B, co powoduje przejście do operacji „Odbiór następnej cyfry". Realizacja tej operacji polega na utworzeniu obwodu wzbudzającego elektromagnes R przez jego własny przerywacz. W rozwiązaniu tym algorytm działania zespołu jest zawarty we właściwościach elementów oraz układzie ich połączeń. A więc program będący realizacją algorytmu jest zawarty w okablowaniu.

W tej realizacji operacje, pierwsza i ostatnia, mają charakter formalny, ze wzglę-

du na ciągłość opisywanego procesu. Operacja ostatnia zawsze generuje adres swojego zespołu.

Na rys. 18.16 przedstwiono układ elektroniczny, programowany, przeznaczony do realizacji algorytmu określonego fukcjogramem z rys. 18.14. Schemat tego rozwiązania jest uproszczony, tak aby można było wyjaśnić jedynie ideę sterowania programowanego. W rozwiązaniu tym wykonywanie jakiegoś algorytmu polega na przetwarzaniu informacji w określony sposób. Poszczególne podzespoły są wyspecjalizowane w wykonywaniu zawsze tych samych czynności na dostarczonych informacjach. Zatem podzespoły te i ich okablowanie nie zawierają programu pracy, tak jak to miało miejsce w poprzednim rozwiązaniu (rys. 18.15). Urządzenie zbudowane wg schematu z rys. 18.16 może wykonywać różne zadania w zależności od programu zmagazynowanego w pamięci programu *PPr*.



Rys. 18.16. Przykładowy układ elektroniczny działający według funkcjogramu z rys. 18.14: *a*) schemat ideowy urządzenia; *b*) struktura rozkazu; *c*) struktura słowa w *PP*

F (rys. *b*) — rodzaj rozkazu lub funkcji, *PA* — pole adresowe, *PD* — pole danych, *z* — zajętość (lub swoboda) słowa, *NrK* — numer katalogowy, *NrW* — numer wyposażeniowy, *Ka* — kategoria, *F* (rys. *c*) — numer fazy połączenia, *Op* — dane operacyjne, *PP* — pamięć połączeń, *RA* — rejestr adresów, *RR* — rejestr rozkazów, *RD* — rejestr danych, *RP* — rejestr przepatrywania, *pp* — punkt przepatrywania, *PPr* — pamięć programu, *RW* — rejestr wyników, *AR* — arytrometr, *PO* — porównywacz (komparator)

W schemacie tym (rys. 18.16) uwidoczniono pamięć programu *PPr* i pamięć połączenia *PP*. Pierwsza pamięta program pracy, druga — dane związane z zestawianymi połączeniami. Informacje w tych pamięciach są przechowywane w postaci słów o stałej długości, mierzonej liczbą tzw. bitów. Bit jest to element informacji, który może przyjmować wartości 0 lub 1. Zatem informacje w pamięciach są zakodowane w zapisie dwójkowym lub inaczej **binarnym**. Informacje magazynowane w *PPr* noszą nazwę **rozkazów** lub **instrukcji**, a informacje zapamiętane w *PP* nazywamy po prostu danymi. Należy zaznaczyć, że słowo pamięci połączenia jest odpowiednikiem magazynu informacji w rejestrze komutacyjnym systemów np. krzyżowych. Zatem *PP* o *n* słowach zastępuje magazyny *n* rejestrów komutacyjnych.

Zwykle rozkaz (rys. 18.16*b*) określa czynność, jaka ma być wykonana, adres zespołu, który ma tego dokonać, adres zespołu który ma przyjąć wynik (jeśli to potrzebne) oraz często dane stałe niezbędne do przetwarzania jak np. wielkość t_i. Poszczególne części rozkazu są umieszczane w wyznaczonych, dla każdego ich rodzaju, fragmentach słowa i tak np. adresy umieszczane są zawsze w polu adresowym słowa, które we wszystkich słowach obejmuje te same bity; dane zawarte są w innym polu itd. Przykładową strukturę rozkazu pokazano na rys. 18.16*b*. Litera *F* oznacza pole przeznaczone na określenie rodzaju rozkazu lub funkcji, *PA* — pole adresowe, a *PD* — pole danych. Długość słowa i długości poszczególnych pól zależą od liczby rozkazów i informacji zamieszczanych w poszczególnych polach. Liczba informacji, jaka może być umieszczona w danym polu może być, co najwyżej równa 2^n, gdzie *n* oznacza liczbę bitów w danym polu. Na przykład do zarejestrowania jednej z 16 różnych informacji potrzebne jest pole o długości 4 bitów, gdyż $2^4 = 16$. Zwykle rozkazy mają długość kilkudziesięciu bitów.

Struktura słowa w *PP* jest odmienna od struktury rozkazu, co wynika z jej przeznaczenia. W słowie takim muszą występować pola: *Z* — zajętości słowa, *NrK* — numeru katalogowego *AbA*, *NrW* — numeru wyposażeniowego *AbA*, *Ka* — kategorii *AbA*, *NrK* — numeru katalogowego *AbB*, *NrW* — numeru wyposażeniowego *AbB*, *Ka* — kategorii *AbB*, *F* — numeru fazy połączenia, *Op* — danych operacyjnych niezbędnych do przetwarzania.

Przykładową strukturę słowa *PP* przedstawiono na rys. 18.16*c*.

Pozostałe podzespoły pokazane na rys. 18.16*a*, to: *RA* — rejestr adresów, *RR* — rejestr rozkazów, *RD* — rejestr danych, *RP* — rejestr przepatrywania, *pp* — punkt przepatrywania, *AR* — arytrometr, *PO* — porównywacz (komparator), *RW* — rejestr wyników.

Program pracy łącznicy dzieli się na program główny (zarządzający, monitor) i szereg podprogramów. Każdy z podprogramów steruje pracą łącznicy przy realizacji określonej funkcji, np. odbioru jednej cyfry. Program główny zaś steruje podprogramami. On też wyznacza chwilę, kiedy podprogram odbioru cyfry ma być uruchomiony. Gdy to nastąpi, zostaje wytworzony adres słowa w *PP*, które zostało przyłączone do połączenia będącego w fazie *F* odbioru cyfry. Adres ten z pamięci programu zostaje wpisany do *RA*, gdzie przebywa do czasu zakończenia obsługi wybranego słowa w *PP*. Z rejestru *RA* zostaje podany, zwykle równolegle wszystkimi bitami, na wejście adresowe pamięci *PP*. (W celu zachowania przejrzystości rys. 18.16 oraz ze względu na

jego charakter przykładowy przyjęto zaznaczać wiązkę przewodów jedną linią, która przy podzespole przechodzi w linię poprzeczną i równoległą do obrysu symbolu podzespołu). Dla *PP* jest on rozkazem odczytania do *RD* zawartości tego słowa. Nr w *AbA* zostaje umieszczony w polu adresowym *RD* skąd jest przesyłany do sieci dróg rozmównych, gdzie zlokalizowany jest punkt przepatrywania *pp*. Adres ten jednoznacznie określa dany *pp* w ich zbiorze. W ten sposób następuje przyłączenie wyposażenia sterującego do danego *pp*, co jest równoznaczne z odczytaniem stanu łącza i umieszczeniem tej informacji (zwykle jednobitowej) w rejestrze *RP*. W ten sposób wykonano dwie pierwsze operacje funkcjogramu z rys. 18.14.

Część instruktarzowa (operacyjna) rozkazu została umieszczona w rejestrze *RP*, skąd informacja o tym, co ma być wykonane, jest przesyłana do zespołu wykonawczego. Zgodnie z funkcjogramem należy porównać stan poprzedni zawarty w *RD* ze stanem bieżącym z *RP*. Dokonuje tego porównywacz *PO*, który otrzymał odpowiedni rozkaz. Wynik zostaje wprowadzony do rejestru *RW*. Stosownie do wyniku, *RW* formułuje żądanie do *PPr* o nowy rozkaz. Jeżeli wykryto zmianę, to *RW* otrzymuje rozkaz wprowadzenia tej informacji do *PP*. Jeżeli nie było zmiany, to *PO* otrzymuje rozkaz porównania danych z *RD* z zapisem wzorcowym dla przerwy itd. Większość analizy przeprowadza się przez porównanie określonej informacji z wzorcem podanym w warunku.

Pomiaru czasu trwania sygnału dokonuje się przez zliczanie cykli przepatrywania. Zatem wzorcem dla warunków $t > t_i$ są stany licznika dla poszczególnych wartości t_i. Arytmometr *AR* służy do wykonywania działań arytmetycznych, oczywiście w zapisie binarnym.

Podany opis działania urządzenia programowanego przedstawia ideę działania takich urządzeń. Konkretnych rozwiązań technicznych tej idei jest bardzo wiele i każde z nich może istotnie różnić się od tu podanego. Jednak we wszystkich występują: obie pamięci zawierające podane rodzaje informacji, arytmometr, porównywacz, zbiór różnych rejestrów. Rejestry są zbudowane z przerzutników w liczbie równej liczbie bitów jaka jest do nich wprowadzona.

Z podanego opisu wynika, że ten sam sprzęt może wykonywać różne zadania w zależności od programu zawartego w *PPr*. Zmiana programu może całkowicie zmienić działanie łącznicy. A więc nie zmieniając jej okablowania można zmienić jej funkcje, czego nie można było dokonać w rozwiązaniu elektromagnesowym. Z drugiej strony, ta właściwość rozwiązań programowanych zmusza do szczególnej ochrony pamięci programu i wyjątkowej ostrożności w obchodzeniu się z tą pamięcią, aby nie spowodować błędnej pracy łącznicy lub wręcz wyłączenia jej z ruchu.

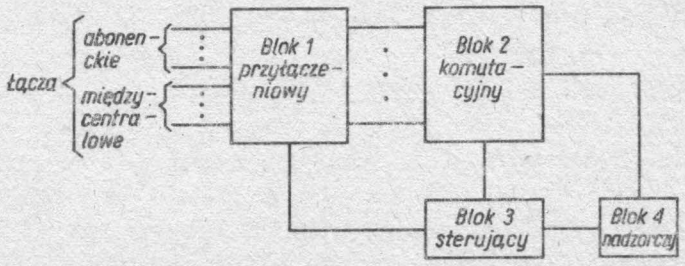
19. Układ zasadniczy łącznic systemu E-10

19.1. Struktura ogólna

We francuskim Państwowym Centrum Badań Telekomunikacyjnych (CNET) opracowano koncepcję generalnego systemu łącznic elektronicznych, sformułowaną w postaci wymagań technicznych. System ten oznaczono symbolem E-1. W skład systemu generalnego wchodzą systemy składowe oznaczone kolejnymi cyframi poczynając od zera, i tak określone są systemy E-10, E-11, E-12, które różnią się między sobą pojemnością maksymalną, wielkością obsługiwanego ruchu, lub inaczej — szybkością pracy oraz sposobem rozdziału kanałów w polu komutacyjnym.

System E-10 ma pojemność maksymalną 15 000 NN, może załatwiać ruch telefoniczny o natężeniu do 1 500 erlangów; w polu komutacyjnym stopnia abonenckiego zastosowano rozdział przestrzenny kanałów, gdy w stopniu rozdzielczym zastosowano rozdział czasowy z komutacją kanałów *PCM* systemu 30/32. Sterowanie w tym systemie jest programowane i specjalizowane, wieloprocesorowe.

Zgodnie z koncepcją systemu E-1 w systemie E-10 całość wyposażenia podzielono na 4 bloki funkcjonalne (rys. 19.1): *1* — przyłączeniowy, *2* — komutacyjny, *3* — sterujący i *4* — nadzorczy. Blok przyłączeniowy dopasowuje łącza abonenckie i międzycentralowe do warunków pracy pozostałych bloków, a zwłaszcza bloku komutacyjnego i sterującego. Blok komutacyjny zawiera m. in. wyposażenie czasowe pola komutacyjnego przystosowanego do komutowania kanałów *PCM*. Blok sterowania przyjmuje informacje wybiercze i sygnalizacji komutacyjnych z bloku *1*, steruje pracą bloku *2*, zalicza rozmowy telefoniczne, współpracuje z blokiem *4*. Blok *4* zbiera dane z pracy całego wyposażenia łącznicy, automatycznie kontroluje i bada pracę poszczególnych bloków i zespołów tworzących ich wyposażenie, wyłącza zespoły uszkodzone i włącza zespoły rezerwowe, lokalizuje uszkodzenia.

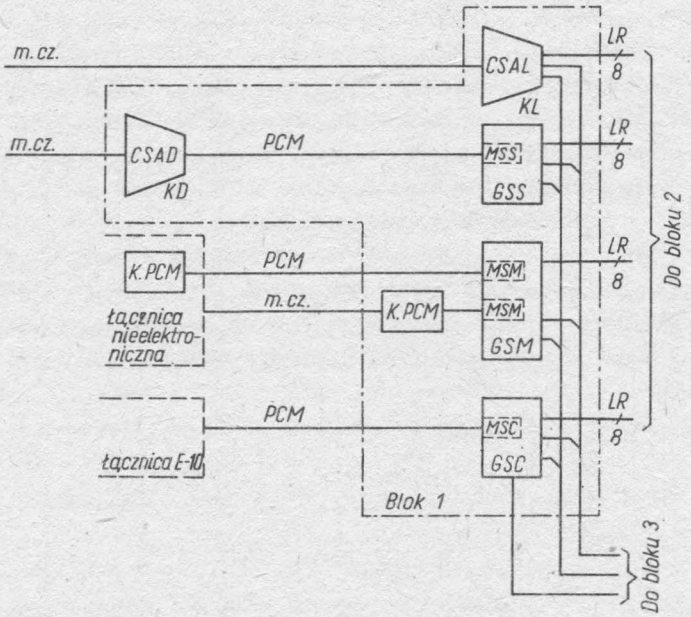


Rys. 19.1. Schemat blokowy łącznicy systemu E-10

Bloki *2* i *3* są zawsze instalowane w jednym budynku. Część bloku *1* może być instalowana w innym budynku, tak samo jak i blok *4*. W związku z tym w systemie E-10 wprowadzono nazwę **„centrum komutacyjne"** zamiast „centrala", a odnoszące się do budynku z zainstalowanymi blokami *2* i *3* i częścią bloku *1*.

19.2. Blok 1 – przyłączeniowy

Strukturę bloku przyłączeniowego przedstawiono na rys. 19.2. Ze względów ekonomicznych łącza *PCM* przyłączone do bloku *2* powinny być jednakowo obciążone dość znacznym średnim natężeniem ruchu. Wobec tego, że łącza abonenckie są obciążone znacznie mniejszym ruchem niż łącza międzycentralowe, przeto są one przyłączane do koncentratorów *K*. Koncentrator może być zainstalowany w pomieszczeniu centrum komutacyjnego i wówczas nosi on nazwę **koncentratora lokalnego** *KL*. Może on być także zainstalowany w pobliżu skupiska abonentów z dala od pomieszczeń centrali, i wówczas nosi on nazwę **koncentratora odległego** *KD*. Koncentrator jest nazwą urządzeniową, tzn. tak nazywa się urządzenie. Odpowiadającą jej nazwą sieciową, tzn. wynikającą z lokalizacji i funkcji jakie spełnia koncentrator w sieci, jest nazwa **centrali satelitowej** *CS*. W pobliżu skupiska abonentów może być zainstalowanych w tym samym pomieszczeniu kilka koncentratorów, co jeszcze bardziej uzasadnia nazwę sieciową. Przez analogię do koncentratora oddalonego nazwę sieciową stosuje



Rys. 19.2. Struktura bloku przyłączeniowego

CSAL — koncentrator lokalny, *CSAD* — koncentrator oddalony, *GSS* — grupa synchronizacji satelitów, *MSS* — moduł synchronizacji satelitów, *GSM* — grupa synchronizacji łączy, *MSS* — moduł synchronizacji łączy, *GSC* — grupa synchronizacji łączy do innej łącznicy E-10, *MSC* — moduł synchronizacji łączy do innej łącznicy E-10, *K PCM* — krotnica *PCM*, *LR* — telestrady rozmówne

się również (zwłaszcza w nomenklaturze francuskiej) do koncentratora lokalnego. Dlatego w symbolach graficznych koncentratora umieszczono symbole: CSAL (Centrala Satelitowa Lokalna typu A) i CSAD (Centrala Satelitowa Oddalona typu A). W systemie E-10 koncentrator ma pojemność maksymalną 512 NN. Oznacza to, że można do niego przyłączyć do 512 łączy abonenckich (w praktyce przyłącza się do 500 Ab). Każdy koncentrator jest połączony z blokiem komutacyjnym dwoma traktami PCM systemu TCK 30/32 (telefonia cyfrowo-kodowa 32-kanałowa z 30 kanałami rozmównymi). Oznacza to, że koncentrator jest połączony z blokiem *2* za pomocą 60 łączy rozmównych. Stała liczba łączy do bloku *2*, przy założeniu stałego ich obciążenia średnim natężeniem ruchu, określa maksymalną wielkość ruchu obciążającego tę wiązkę łączy. Zatem liczba łączy abonenckich, jaka może być przyłączona do koncentratora wynika z sumarycznego ruchu obciążającego wiązkę łączy prowadzących do bloku *2*. Obciążenie maksymalne tej wiązki łączy wynosi 48 erlangów. Jeżeli wartość tę osiągnie się przy mniejszej liczbie abonentów, to w celu zmniejszenia kosztów można ograniczyć wyposażenie koncentratora. Przekroczenie obciążenia wiązki łączy do bloku *2* powoduje zwiększenie strat i zmniejsza sprawność usługową łącznicy.

Koncentrator odległy różni się od koncentratora lokalnego dodatkowym wyposażeniem umożliwiającym mu poprawną współpracę, głównie, z blokiem sterującym.

Koncentratory odległe mogą być instalowane w różnych odległościach, od centrum komutacyjnego, co sprawia, że sygnały *PCM* mogą docierać z różnym opóźnieniem. Ponadto, każdy koncentrator jest wyposażony we własny generator zegarowy, wytwarzający niezbędnie ciągi impulsów potrzebne do prawidłowej pracy krotnic *PCM* (patrz rozdz. 20). Nie można zbudować szeregu generatorów zegarowych pracujących dokładnie z taką samą częstotliwością i fazą. W celu zapewnienia doprowadzenia sygnałów *PCM* do wejść bloku *2* z częstotliwością i fazą zgodną z generatorem zegarowym (zegarami) centrum komutacyjnego, na wejściach centrum sygnały *PCM* muszą być poddane procesowi synchronizacji. Dokonują tego urzadzenia zwane **grupami synchronizacji** *GS*. W zależności od rodzaju łączy rozróżnia się trzy rodzaje grup synchronizacji: dla łączy od central satelitowych *GSS*, dla łączy od central innych niż systemu E-10, *GSM* oraz dla łączy od central systemu E-10, *GSC*. Każda grupa synchronizacji może obsługiwać do 8 traktów *PCM*, tzn. 240 łączy *PCM*. Każda para traktów *PCM* jest zakończona w *GS* zespołem zwanym **modułem synchronizacji MS**. Istnieją trzy typy modułów synchronizacji *MSS* w *GSS*, *MSM* w *GSM* oraz *MSC* w *GSC*.

Trzy rodzaje grup i modułów synchronizacji wynikają z różnych systemów sygnalizacji komutacyjnej stosowanych w poszczególnych rodzajach łączy. W łączach od koncentratorów stosowane są dwa rodzaje sygnalizacji: **sygnalizacja dekadowa i semafor.** Sygnalizacja dekadowa (zbliżona do stosowanej np. w systemie Strowgera) jest stosowana w kanałach sygnalizacyjnych odrębnych dla każdego kanału rozmównego. Dlatego nosi ona również nazwę **sygnalizacji kanał w kanał.** Ten rodzaj sygnalizacji jest wykorzystywany przez cały czas trwania połączenia, od chwili przyłączenia łączu abonenckiemu łącza *PCM*. Sygnalizacja typu „semafor" jest stosowana we wspólnym dla wszystkich abonentów koncentratora kanale sygnalizacyjnym zwanym **kanałem-**

-**semaforem**. Jest ona głównie wykorzystywana wówczas, gdy do łącza abonenckiego nie przyłączono jeszcze łącza *PCM*. Kanał-semafor jest zajmowany tylko na czas przesyłania informacji i dlatego może on obsługiwać wiele zgłoszeń.

Do współpracy central systemu E-10 ze sobą przyjęto sygnalizację semafor, lecz odmienną niż przy współpracy koncentratora z centrum komutacyjnym. W tym przypadku utworzono jeden kanał sygnalizacyjny zdolny do obsłużenia wielu połączeń.

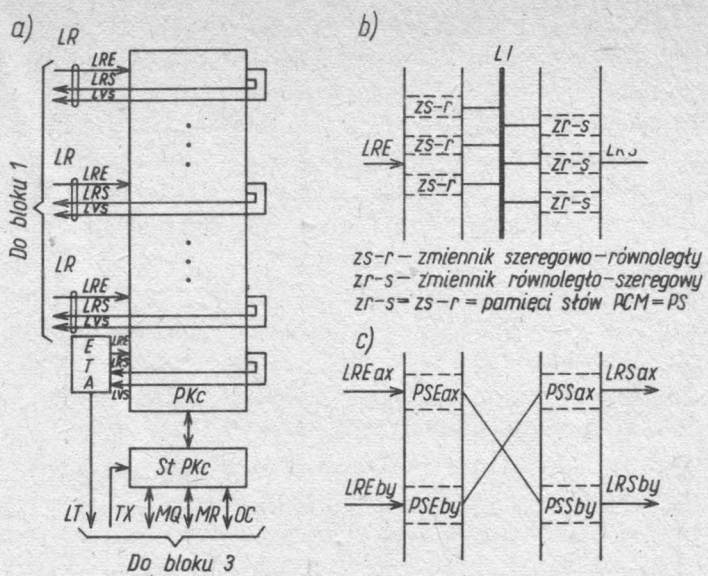
Do współpracy centrali E-10 z centralami innych systemów przyjęto zasadę sygnalizacji kanał w kanał, a dopasowanie do różnych systemów sygnalizacji stosowanych w centralach dotychczasowych zapewniono za pomocą odpowiedniego zestawu translacji oraz programów pracy grup synchronizacji. Każda bowiem grupa synchronizacji pracuje na zasadzie sterowania programowanego zrealizowanego za pomocą miniprocesora *ELS*. Każda więc grupa synchronizacji ma własny miniprocesor, którego program pracy można dostosować do łączy, jakie ona obsługuje. W grupach synchronizacji następuje wydzielenie kanałów sygnalizacyjnych oraz informacji w nich przesyłanych do centrum komutacji. Wydzielone informacje są przesyłane do bloku sterującego. Jeżeli informacje komutacyjne mają być przesłane wstecz we właściwym kanale sygnalizacyjnym, to blok *3* kieruje te informacje do właściwej grupy synchronizacji, która następnie umieszcza je we właściwym kanale sygnalizacyjnym.

Łącza międzycentralowe łączące łącznicę systemu E-10 z centralą innego systemu są zwykle łączami naturalnymi małej częstotliwości (m.cz.). Przemiany sygnałów analogowych na cyfrowe, wymagane dla bloku *2*, można dokonać bądź na wyjściu centrali odległej, bądź na wejściu centrali E-10. Instalowanie krotnicy *PCM* (*K.PCM*) na wyjściu centrali odległej jest korzystniejsze ze względu na zwiększenie wykorzystania kabli.

Koncentrator lokalny (*CSAL*) jest przyłączony bezpośrednio do wejść bloku *2*. Jest to możliwe, gdyż zegar koncentratora można łatwo synchronizować z zegarem centrum komutacyjnego. Również kanały sygnalizacyjne są wyprowadzone na osobne wyjścia, tak że mogą być bezpośrednio przyłączone do bloku *3*. Natomiast wyjścia z krotnic PCM (*K.PCM*), zainstalowanych na torach międzycentralowych, muszą być przyłączane do grup synchronizacji nawet wówczas, gdy krotnica znajduje się w centrum komutacyjnym, gdyż zachodzi potrzeba wydzielania kanałów sygnalizacyjnych. Ponadto, użyte w tym przypadku krotnice są rozwiązane standardowo do zastosowań nie koniecznie w łącznicach systemu E-10. W związku z tym nie przewidziano w tym rozwiązaniu (ze względów ekonomicznych) osobnych wejść do synchronizacji zegarów krotnic z jakimś zegarem zewnętrznym.

19.3. Blok 2 – komutacyjny

Strukturę bloku przedstawiono na rys. 19.3*a*. Blok ten składa się z: czasowego pola komutacyjnego *PKc* łączącego, bez blokady wewnętrznej, dowolny kanał *PCM* należący do dowolnej wejściowej telestrady *PCM* (*LRE*) z dowolnym kanałem *PCM*



Rys. 19.3. Struktura bloku komutacyjnego: *a*) schemat blokowy; *b*) struktura wewnętrzna *PKc*; *c*) zasada zestawienia połączenia pomiędzy *AbA* i *AbB*

LRE — telestrada rozmówna wejściowa, *LRS* — telestrada rozmówna wyjściowa, *LVS* — telestrada sygnalizacyjna wyjściowa, *ETA* — zespół sygnałów tonowych i pomocniczych, *PKc* — pole komutacyjne czasowe, *StPKc* — sterowanie *PKc*, *PS* — pamięć słów *PCM*, *PSEax* — *PS* wejściowa *AbA* dla kanału *x*, *PSEby* — *PS* wejściowa *AbB* dla kanału *y*, *PSSax* — *PS* wyjściowa *AbA* dla kanału *x*, *PSSby* — *PS* wyjściowa *AbB* dla kanału *y*

należącym do dowolnej wyjściowej telestrady *PCM* (*LRS*); zespołu sygnałów tonowych i pomocniczych *ETA* oraz zespołu bezpośredniego sterowania *StPKc*.

Trakty *PCM* (*LR*) łączące blok *1* z blokiem *2* są, jak wiadomo dwutorowe. Wyróżnia się tor nadawczy, zwany telestradą wejściową *LRE*, oraz tor odbiorczy, zwany telestradą wyjściową *LRS*. Telestrady wejściowe są przyłączane do jednej strony czasowego pola komutacyjnego *PKc*, a telestrady wyjściowe — do drugiej jego strony, gdyż przez pole *PKc* sygnały mogą przepływać tylko w jedną stronę. W związku z tym, zestawienie jednego połączenia rozmównego wymaga zestawienia dwóch połączeń, a mianowicie np. kanału *x* telestrady *LREa* z kanałem *y* telestrady *LRSb* oraz kanału *y* telestrady *LREb* z kanałem *x* telestrady *LRSa* (rys. 19.3*c*).

Słowa kodowe *PCM* określające wartości amplitud próbek sygnału analogowego są doprowadzane do *PKc* w postaci szeregowej, tzn. bit po bicie. W tej samej postaci są wyprowadzane słowa kodowe z *PKc*. W celu zoptymalizowania rozwiązania pola przyjęto zasadę równoległego przesyłania słów kodowych między wejściem i wyjściem, jednocześnie wszystkimi bitami. Dlatego w polu komutacyjnym można wyróżnić trzy zasadnicze części: zespół pamięci wejściowych, pełniących funkcję zmienników szeregowo-równoległych (*s-r*); zespół pamięci wyjściowych pełniący funkcję zmienników równoległo-szeregowych (*r-s*) oraz telestradę pośredniczącą *LI* zawierającą co najmniej 8 torów, gdyż z tylu bitów składa się słowo kodowe (rys. 19.3*b*). Każda telestrada jest wyposażona w tyle pamięci słów, ile jest kanałów, tzn. w 30. Pamięci te są 8-bitowe, przy czym pamięci telestrad *LRE* są przystosowane do przyjmowania słów szeregowo i wydawania ich równolegle, zaś pamięci telestrad wyjściowych *LRS* są

przystosowane do pracy odwrotnej. Skomutowanie kanału x telestrady *LREa* z kanałem y telestrady *LRSb* następuje wówczas, gdy bramki wyjściowe pamięci *LREax* i bramki wejściowe *LRSby* zostaną otwarte jednocześnie. To samo musi nastąpić między bramkami pamięci *LREby* i *LRSax*. Dokonuje tego urządzenie bezpośredniego sterowania *PKc* (*StPKc*) przez przełączenie, na czas trwania połączenia, odpowiedniego ciągu impulsów do korespondujących ze sobą bramek pamięci.

Urządzenie *StPKc* współpracuje z czterema zespołami funkcjonalnymi bloku sterującego: cechownikiem *MQ*, multirejestrem *MR*, taryfikatorem *TX* oraz zespołem kontrolnym *OC*. Współpraca z cechownikiem *MQ* dotyczy zestawienia połączenia w *PKc*. Polega to na wprowadzeniu do pamięci urządzenia *StPKc* adresu telestrad, jakie mają być ze sobą skomutowane, kanałów x i y oraz ciągu impulsów, który będzie sterował bramkami wyjściowymi i wejściowymi pamięci słów w zmiennikach, przyłączonych do telestrady pośredniczącej. Współpraca z *MQ* dotyczy również rozłączenia.

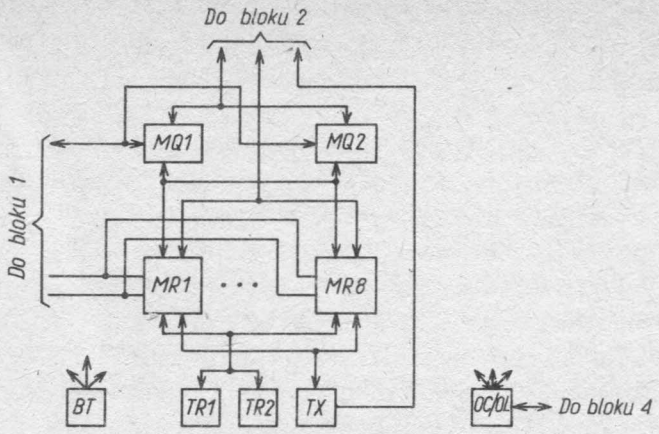
Współpraca z multirejestrem *MR* dotyczy sterowania całością procesu zestawiania połączenia, co będzie bliżej omówione później. Współpraca z taryfikatorem *TX* polega na przyjmowaniu sygnałów telezaliczania i umieszczania ich we właściwych kanałach telestrady *LVS*. Współpraca z zespołem kontrolnym *OC* dotyczy sprawdzania zdalnie, z bloku *4*, sprawności działania wyposażenia bloku *2*, jak również przesyłania do bloku *4* sygnałów alarmowych i sygnałów o błędnej pracy bloku *2*.

Zespół sygnałów tonowych i pomocniczych *ETA* służy do generowania wszystkich potrzebnych sygnałów, takich jak sygnał zgłoszenia lub zajętości. W zespole tym znajdują się również nadajniki i odbiorniki sygnałów sygnalizacji wieloczęstotliwościowych, jak np *R2* lub klawiatury numerowej aparatu telefonicznego. Wszystkie nadajniki w *ETA* generują ciągi słów kodowych *PCM* (zamiast sygnałów analogowych), które po demodulacji w krotnicy *PCM* dają sygnał analogowy o wymaganych częstotliwościach. Analogicznie, odbiorniki sygnałów sygnalizacji wieloczęstotliwościowej są przystosowane do odbierania ciągów słów kodowych *PCM* bez zamieniania ich na sygnały analogowe.

Wielkość bloku *2* określa się w jednostkach przyłączeniowych *US*. Jednostkę przyłączeniową stanowią dwa trakty *PCM*. Zatem jedna jednostka *US* odpowiada jednemu koncentratorowi. Jedna grupa synchronizacji odpowiada 4 jednostkom *US*. Maksymalna wielkość bloku *2* wynosi 64 *US*, z czego w łącznicach miejskich połowę (32 *US*) przeznacza się na przyłączenie koncentratorów (tzn. abonentów) i zespołów *ETA* oraz połowę na przyłączenie łączy międzycentralowych. 32 *US* odpowiada pojemności 15000 abonentów.

19.4. Blok 3 – sterujący

Strukturę bloku przedstawiono na rys. 19.4. W skład bloku wchodzą następujące zespoły funkcjonalne: *MQ* — cechownik, *MR* — multirejestr, *TR* — przelicznik, *TX* — taryfikator, *BT* — podstawa czasu (generator ciągów impulsów, zegar), *OC/OL* — zespół kontrolny i współdziałania (z blokiem *4*).



Rys. 19.4. Struktura bloku sterującego

MQ — cechownik, *MR* — multirejestr, *BT* — podstawa czasu, *TR* — przelicznik, *TX* — taryfikator, *OC/OL* — zespół kontrolny i współpracy z blokiem *4*

Cechownik *MQ* jest urządzeniem programowanym pośredniczącym przy współpracy zespołów przyłączeniowych z czasowym polem komutacyjnym i multirejestrami. Cechownik jest brany do pracy przez zespoły przyłączeniowe, głównie wówczas, gdy zachodzi potrzeba przyłączenia multirejestru (nowe wywołanie, rozłączenie), natomiast przez multirejestry wówczas, gdy należy zestawić połączenie w czasowym polu komutacyjnym lub dokonać próby zajętości *AbB*. W wyposażeniu łącznicy zainstalowano dwa cechowniki. Każdy z nich wystarczy do obsłużenia całego ruchu. Ich podwojenie wynika ze względów niezawodnościowych. Jeżeli oba cechowniki są sprawne, to pracują one na zasadzie podziału ruchu. W przypadku uszkodzenia jednego z nich zostaje on zablokowany, a drugi przejmuje na siebie cały ruch. O fakcie tym zostaje zawiadomiony blok *4* za pośrednictwem zespołu kontrolnego *OC/OL*.

Multirejestr *MR* jest programowanym urządzeniem decyzyjnym łącznicy. Jeden multirejestr jest równoważny 66 rejestrom komutacyjnym w łącznicach krzyżowych. Inaczej, jeden multirejestr może obsługiwać jednocześnie 66 połączeń. Stąd wynika jego nazwa.

Z analizy pracy rejestrów w łącznicach krzyżowych wynika, że duża część ich wyposażenia jest związana z pamiętaniem odbieranych informacji. Zelektronizowanie takiego rejestru prowadzi do słabego wykorzystania tej części jego wyposażenia, która związana jest z przetwarzaniem otrzymanych informacji, tzn. z wykonywaniem wszystkich funkcji oprócz pamiętania. Duża szybkość pracy układów elektronicznych, wobec mniejszej (o kilka rzędów wielkości) szybkości napływu informacji z indywidualnego źródła ruchu, sprawia, że czas przetwarzania odebranych informacji jest bardzo krótki w stosunku do czasu oczekiwania na nowy ich napływ. Ta właściwość stała się podstawą do rozwiązania multirejestru, a mianowicie: w multirejestrze istnieje tyle zespołów pamięciowych, ile może on jednocześnie obsługiwać połączeń, tzn. 66. Informacje zmagazynowane w tych pamięciach są przetwarzane przez jeden zespół, tzw. jednostkę sterującą.

W systemie E-10 multirejestr pracuje na zasadzie rozdziału czasowego, tzn. że

każda z 66 pamięci połączeń jest cyklicznie przyłączana do jednostki sterującej. Aby multirejestr mógł nadzorować każde połączenie z dowolnego traktu *PCM*, czas trwania przyłączenia pamięci, przydzielonej danemu połączeniu, musi być równy okresowi repetycji w systemie *PCM*, tj. 125 μs. Wobec istnienia 66 pamięci, czas cyklu przyłączania każdej pamięci do jednostki sterującej wynosi 125 μs x 66 =8250 μs = 8, 25 ms. Oznacza to, że multirejestr przyłącza się do danego, obsługiwanego połączenia co 8,25 ms. Jest to okres zapewniający bezbłędny odbiór informacji wybierczych nadawanych za pomocą tarczy numerowej. W celu uniknięcia zarejestrowania przypadkowego sygnału, jako informacji wybierczej, przyjęto zasadę, że sygnał może być zmagazynowany tylko wówczas, jeżeli co najmniej w dwóch kolejnych przyłączeniach się multirejestru do danego połączenia wystąpi ten sam sygnał, którym jest zwykle stan elektryczny elementu odbiorczego sygnalizacji komutacyjnej. Najkrótszym elementem impulsu wybierczego jest czas zwarcia tarczy numerowej o częstotliwości 12 Hz i stosunku przerwy do zwarcia wynoszącym 4:1. Czas trwania tego elementu wynosi 16,7 ms, a więc jest większy od podwójnego podstawowego cyklu pracy multirejestru, tzn. 16,5 ms.

Multirejestr jest przeznaczony do: odbierania informacji komutacyjnych i ich przetwarzania na rozkazy zestawienia połączenia w czasowym polu komutacyjnym. Funkcje swoje wykonuje zgodnie z programem zawartym w jego pamięci programu. W celu spełnienia wymagań stawianym nowoczesnym łącznicom telefonicznym multirejestr musi znać numer katalogowy i wyposażeniowy *AbA* oraz jego kategorię. Informacje te są zmagazynowane w przeliczniku *TR*, z którym multirejestr współpracuje podczas zestawiania połączenia i jego rozłączania.

Numer katalogowy abonenta jest to numer umieszczony w spisie telefonów. Numer wyposażeniowy jest to numer określający lokalizację, w wyposażeniu łącznicy, abonenckiego zespołu liniowego, do którego abonent jest przyłączony. Numer wyposażeniowy składa się z: numeru jednostki przyłączeniowej *US* (koncentratora) i numeru *AZL* w tym koncentratorze. Numery katalogowy i wyposażeniowy mogą być ze sobą kojarzone w sposób dowolny.

Multirejestr, oprócz typowych funkcji wykonywanych przez rejestry nowoczesnych systemów nieelektronicznych, realizuje funkcje specyficzne dla systemu E-10. Należą do nich: sterowanie wysyłaniem prądu dzwonienia i sygnału zwrotnego dzwonienia oraz rozłączania połączenia. Nałożenie tych funkcji na multirejestr (zespół centralny) wynika z ogólnej zasady rozwiązań łącznic elektronicznych polegającej na komasowaniu możliwie największej liczby funkcji w centralnych zespołach sterowania, ograniczając w konsekwencji liczbę funkcji nakładanych na zespoły peryferyjne, których w każdej łącznicy jest najwięcej. Zmniejszenie liczby funkcji zmniejsza liczbę elementów, i tym samym obniża koszt łącznicy. Ponadto skomasowanie większości funkcji w zespołach centralnych zwiększa elastyczność eksploatacyjną łącznicy, polegającą na łatwiejszym dostosowywaniu sposobów jej pracy do aktualnych potrzeb sieciowych i eksploatacyjnych.

Multirejestr odłącza się od zestawianego połączenia z chwilą zgłoszenia się *AbB* i zestawienia drogi połączeniowej pomiędzy *AbA* i *AbB*. Z chwilą wykrycia rozłączenia jest przywoływany multirejestr, który nakazuje wyszukanie w *PKc* drogi połączenio-

wej między *AbA* i *AbB* i nakazuje jej rozłączenie. Funkcja ta pozwala na wyeliminowanie z wyposażenia *PKc* elementów nadzorujących połączenie oraz analizujących sytuacje inicjujące rozłączenie, co pozwala na zaoszczędzenie znacznej liczby elementów.

Nałożenie na multirejestr tych dodatkowych funkcji zwiększa czas jego zajętości dla jednego połączenia, co zmusza do zainstalowania większej ich liczby, lecz ze względu na stosunkowo niski ich koszt takie rozwiązanie jest ekonomicznie opłacalne.

Przelicznik TR jest programowanym urządzeniem wspomagającym pracę multirejestrów i zwiększającym elastyczność eksploatacyjną łącznicy. W dużym uproszczeniu można stwierdzić, że przelicznik jest zewnętrzną, pomocniczą pamięcią multirejestru. Przelicznik jest bowiem głównie pamięcią odpowiadającą pamięci danych *PD* z rys. 18.4. Funkcje sterowania programowanego przelicznika są ograniczone głównie do wybrania i przekazania ze swoich pamięci żądanych informacji. Ze względów niezawodnościowych przelicznik jest podwojony, a informacje w nim przechowywane są potrojone. Każdy przelicznik jest w stanie obsługiwać wszystkie zgłoszenia. W stanie sprawności obu przeliczników pracują one na zasadzie rozdziału ruchu. W przypadku uszkodzenia jednego z nich zostaje on zablokowany, a drugi przejmuje pełne obciążenie ruchowe. O stanie takim zostaje natychmiast powiadomiony blok *4* za pośrednictwem zespołu *OC/OL*. Uszkodzeniu może podlegać wyposażenie przelicznika bądź zestaw zmagazynowanych w nim informacji. Dlatego informacje te, oprócz umieszczenia ich identycznych zestawów w obydwu przelicznikach, są również zmagazynowane w pamięciach bloku *4*, i gdy zachodzi tego potrzeba mogą one, poprzez zespół *OC/OL*, być wpisane zdalnie do przeliczników z pamięci bloku 4.

Przelicznik *TR* zawiera następujące informacje: numery katalogowe abonentów, numery wyposażeniowe abonentów, numery wyposażeniowe kierunków, kategorie przyłączy.

Dwie pierwsze grupy informacji zostały określone przy omawianiu multrirejestru. Grupa trzecia jest analogiczna do drugiej, z tym że odnosi się do łączy międzycentralowych. Grupa czwarta obejmuje obecnie następujące kategorie:

1) aparat abonenta z tarczą numerową,
2) aparat abonenta z klawiaturą numerową,
3) abonent czasowo przeniesiony pod inny numer,
4) abonent przejęty przez biuro zleceń,
5) abonent z ograniczeniem I (nie może automatycznie zestawiać połączeń międzynarodowych),
6) abonent z ograniczeniem II (jak w 5 oraz automatycznych międzymiastowych)
7) abonent z ograniczeniem III (jak w 6 oraz automatycznych połączeń z zaliczaniem strefowo-czasowym),
8) abonent obserwowany (przez blok *4*),
9) abonent uprawniony do podtrzymywania połączeń, gdy jest on *AbB* (np. w celu wykrycia połączeń złośliwych),
10) abonent, do którego zestawiane połączenia są bezpłatne (np MO, straż pożarna, pogotowie),
11) abonent uprawniony do przekazywania wywołań (wszystkie połączenia kierowane do takiego abonenta *x*) są automatycznie przełączane do abonenta *y* wskaza-

nego przez *Abx*; numer *Aby* oraz wyznaczenie chwili, od jakiej takie przełączenie mają mieć miejsce określa *Abx* wybierając odpowiednie numery ze swojego aparatu zgodnie z instrukcją),

12) abonent uprawniony do wybierania za pomocą numerów skróconych (abonent, zamiast pełnych numerów katalogowych, wybiera numery o mniejszej liczbie cyfr),
13) abonent uprawniony do wywołania zarejestrowanego (abonent, trafiając na zajętego *AbB*, może wybrać odpowiednie numery i wówczas, gdy *AbB* zwolni się, *AbA* zostanie przywołany do połączenia),
14) abonent z kontrolnym licznikiem telezaliczania (przy aparacie abonenta zainstalowany jest licznik rozmów),
15) abonent czasowo wyłączony (połączenia przychodzące do niego są automatycznie kierowane do telefonistki biura zleceń),
16) abonent przyłączony do sieci wydzielonej (np. górnictwa, kolei),
17) abonent uprzywilejowany (mający pierwszeństwo w zestawieniu połączeń i możność oferowania),
18) łącze do centrali abonenckiej,
19) rodzaj sygnalizacji na łączu międzycentralowym,
20) urządzenie transmisji danych,
21) urządzenie badaniowe łączy,
22) urządzenie badaniowe linii abonenckich,
23) aparat wrzutowy,
24) telefonistka.

Ze względu na ograniczoną pojemność pamięci przelicznika oraz ograniczoną możliwość jej rozbudowy nie wszyscy abonenci mogą mieć wszystkie kategorie.

Taryfikator *TX* jest programowanym urządzeniem przeznaczonym do zaliczania zestawianych połączeń. Taryfikator wyróżnia 31 taryf dziennych i tyleż nocnych.

Po zestawieniu połączenia taryfikator otrzymuje z multirejestru: numer wyposażeniowy *AbA*, numer taryfy oraz kategorię *AbA* związaną z zaliczaniem. Taryfikator zalicza połączenie przez zliczanie impulsów określonej taryfy, tzn. liczbę jednostek taryfowych. Po otrzymaniu z multirejestru informacji o rozłączeniu taryfikator wstrzymuje zliczanie. Taryfikator jest zdolny do zliczenia ograniczonej liczby jednostek taryfowych. W związku z tym, bądź w trakcie trwania połączenia bądź po jej zakończeniu, taryfikator formułuje meldunek kierowany do bloku *4*, gdzie prowadzone są konta wszystkich abonentów. Jeżeli abonentem wywołującym jest abonent mający licznik kontrolny przy swoim aparacie, to zaliczając każdą jednostkę taryfową taryfikator formułuje rozkaz, do czasowego pola komutacyjnego *PKc*, wysłania impulsu zaliczającego do takiego abonenta. Odpowiedni sygnał elektryczny dochodzi do koncentratora, gdzie powoduje wysłanie w łącze abonenckie impulsu 16 kHz.

Informacje generowane przez taryfikator są bardzo ważne dla eksploatacji jak i abonentów. Dlatego konieczne jest zabezpieczenie tych informacji. Konta abonentów są prowadzone w bloku *4*, który może znajdować się w odległym budynku od centrali E-10. Zatem oprócz uszkodzenia taryfikatora może zdarzyć się uszkodzenie

łączy pomiędzy centrum komutacyjnym i blokiem *4*. W celu zapobieżenia utracie informacji w takich przypadkach, każdy taryfikator wyposażony jest w dziurkarkę (perforator) taśmy, który może w takiej sytuacji zmagazynować informacje.

Zespół kontrolny *OC/OL* pośredniczy pomiędzy blokiem *4* i resztą łącznicy. Jest on przeznaczony do przeprowadzania z bloku *4* kontroli pracy poszczególnych urządzeń. Przekazuje on również meldunki alarmowe w przypadkach uszkodzeń zasadniczych urządzeń łącznicy. Inaczej, służy do wszelkiej wymiany informacji między blokiem *4* i resztą wyposażenia łącznicy. Z racji wykonywanych funkcji ma on dostęp do wszystkich urządzeń bloku *3* i *2* oraz *1* znajdujących się w budynku centrum komutacyjnego i za ich pośrednictwem do pozostałych wyposażeń łącznicy oraz łączy. Fakt ten zaznaczono na rys. 19.4 pękiem strzałek, aby nie komplikować rysunku.

Podstawa czasu (zegar) *BT* jest generatorem wytwarzającym wszystkie ciągi impulsów niezbędne do prawidłowej pracy łącznicy. Zegar jest „sercem" łącznicy i dlatego jest bardzo dokładny oraz zabezpieczony przed skutkami uszkodzenia. Podstawowym elementem zegara są dwa generatory o częstotliwości 128 kHz i o stabilności dobowej $3 \cdot 10^{-9}$. Pracują one równolegle, tak że uszkodzenie jednego nie ma wpływu na drugi oraz na pracę zegara. Sygnały z tych generatorów są doprowadzane do 3 powielaczy pracujących na wspólne wyjścia. Tymi wyjściami są cztery telestrady oznaczone tak samo jak generowane sygnały, a mianowicie 2ω, 2Θ, h, t_i. Telestrady te są dołączone do poszczególnych zespołów, w których znajdują się ich odbiorniki. Te ostatnie wyposażone są w układy zwane porównawczymi (komparatorami), które tylko wówczas odbiorą dany sygnał, jeżeli co najmniej dwa powielacze pracują poprawnie.

Generowane są następujące sygnały:

2ω — częstotliwość 4,096 MHz, okres 244 ns, długość impulsu 122 ns,

2Θ — częstotliwość 2,56 MHz, okres 390 ns, długość impulsu 195 ns,

h — sygnał wyznaczający początek kanału czasowego w postaci impulsu 122 ns, występującego co 3,906 μs; jego czoło wyprzedza o 60 ns sygnały 2ω, 2Θ i t_i,

t_i — sygnał w postaci słowa 5-bitowego, nadawanego szeregowo; każde słowo zajmuje jedną kanałową szczelinę czasową (3,9 μs) i utworzone jest z elementów o czasie trwania 781 ns i okresie powtarzania wynoszącym 125 μs.

W układach odbiorczych poszczególnych zespołów z powyższych ciągów impulsów wytwarzane są ciągi następujące:

ω1...ω8 oraz ich inwersje $\overline{\omega}1...\overline{\omega}8$ o okresie 3,906 μs i czasie trwania impulsu 488 ns;

Θ i $\overline{\Theta}$ o częstotliwości 1,28 MHz, okresie 780 ns i długości impulsu 390 ns;

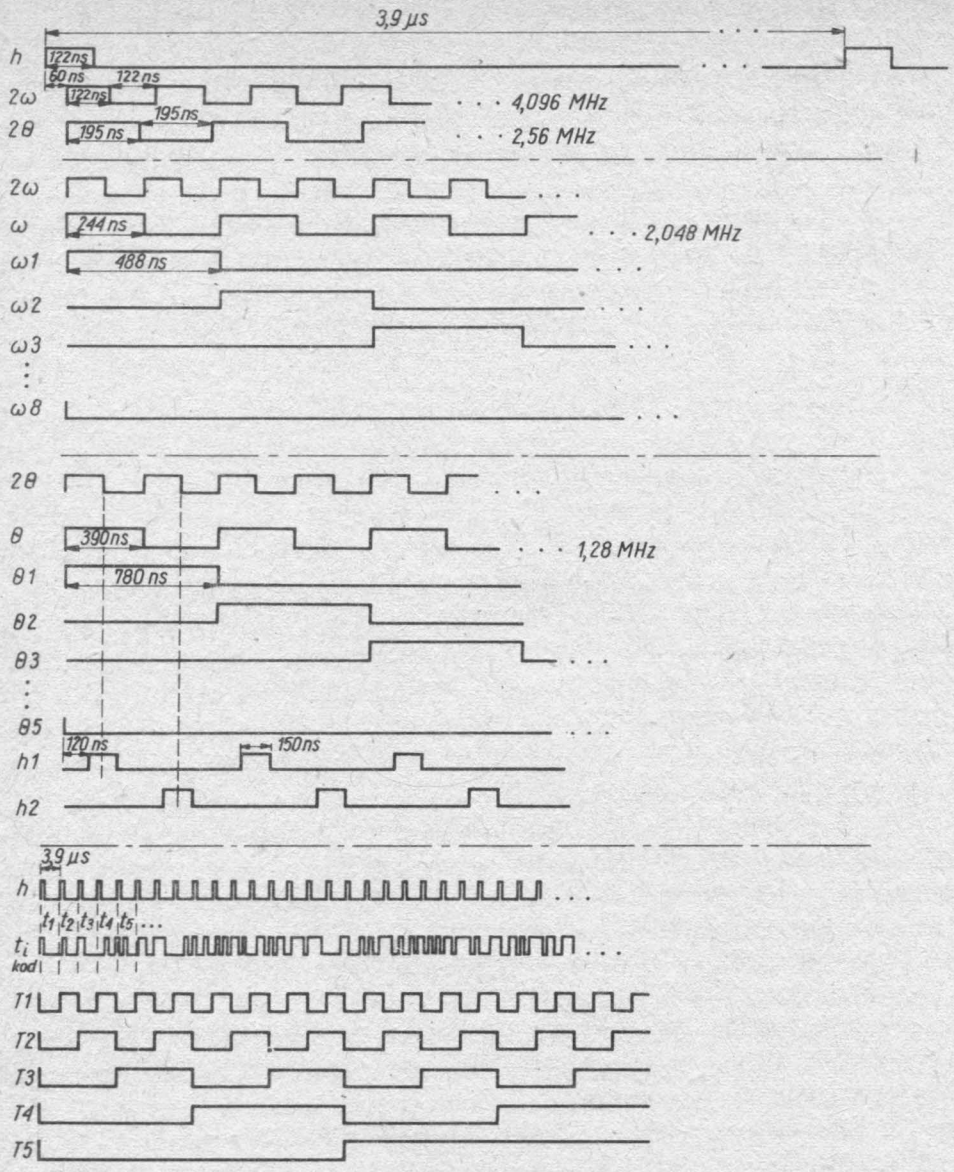
Θ1...Θ5 o okresie 3,906 μs i długości impulsu 780 ns; *h1* i *h2* symetryczne względem Θ i $\overline{\Theta}$ i o długości impulsu 150 ns;

t_i (bez generowania nowych ciągów);

T1...T5 oraz *T1...T5*.

Powyższe ciągi impulsów przedstawiono na rys. 19.5.

Z podanych parametrów generowanych ciągów impulsów wynika, że zajmują one szerokie pasmo częstotliwości. Ponadto łącznica może pracować poprawnie tylko wówczas, gdy wszystkie jej zespoły działają synchronicznie, co jest zapewnione, jeżeli

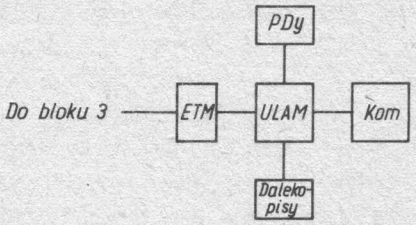


Rys. 19.5. Ciągi impulsów stosowane w bloku sterującym

poszczególne ciągi zegarowe występują we wszystkich zespołach dokładnie w tych samych chwilach. W celu spełnienia tego warunku konieczne jest, aby długości telestrad łączących zegar z poszczególnymi zespołami były takie same. Dlatego zegar umieszcza się w środku wyposażenia łącznicy.

19.5. Blok 4 – nadzorczy

Strukturę bloku przedstawiono na rys. 19.6. Cały blok jest specyficznym narzędziem ułatwiającym i usprawniającym pracę personelu obsługi. Blok *4* nie bierze udziału w zestawieniu połączeń. Łącznica systemu E-10 może pracować poprawnie bez bloku *4*. Biorąc jednak pod uwagę wysoki stopień skomplikowania łącznicy oraz fakt, że jej praca przejawia się w szybkozmiennych przebiegach elektrycznych, a nie w dość długotrwałych zmianach stanów podzespołów elektromechanicznych, które jest łatwo zaobserwować i zanalizować, w systemie E-10 istnienie takiego narzędzia jakim jest blok *4* jest konieczne tak ze względów ekonomicznych jak i technicznych.



Rys. 19.6. Struktura bloku nadzorczego

ETM — zespół do współpracy z łącznicą, *PDy* — pamięć dyskowa, *ULAM* — zespół do współpracy komputera z jego urządzeniami zewnętrznymi, *Kom* — komputer

„Sercem" bloku *4* jest minikomputer handlowy oprogramowany odpowiednio do jego przeznaczenia. Od mocy przetwarzania komputera zależy liczba łącznic, jaką może jeden blok *4* obsługiwać, tzn. wykonywać swoje funkcje nadzorcze i utrzymywaniowe. Blok *4* nosi również nazwę **centrum eksploatacji technicznej CET.** Początkowo w *CET*, tzw. *CET-A*, stosowano komputer typu 10010 francuskiej firmy CII (Compagnie Internationalle pour l'Informatique). *CET-A* może obsługiwać do 8 łącznic o łącznej pojemności do 20000 NN. Obecnie stosowany jest komputer Mitra 15 tej samej firmy stanowiąc tzw. *CET-B*, które może obsługiwać do 8 łącznic o łącznej pojemności do 60000 NN. Zamiast komputerów firmy CII mogą być oczywiście stosowane inne komputery, np. systemu RIAD, lecz wówczas należy opracować na nowo ich oprogramowanie oraz dopasować urządzenia wejścia i wyjścia jak również urządzenie współpracy z nadzorowanymi łącznicami.

W związku z tym, że jedno *CET* może obsługiwać kilka łącznic, łącznice nadzorowane przez jedno centrum nazwano **zgrupowaniem.** Łącznice zgrupowania są połączone z *CET* łączami *PCM*, pracującymi jako łącza transmisji danych (teledacyjne) o prędkości 64 kbitów (64000 b/s); są to tzw. łącza zarządzania. Z racji wykonywanych funkcji *CET* może być instalowane w dowolnym miejscu sieci z dala od nadzorowanych łącznic. Cały personel obsługi nadzorowanych łącznic jest zlokalizowany w *CET*, a poszczególne łącznice pracują bezobsługowo. Fakt ten ma wpływ na lokalizację *CET*, gdyż chodzi o łatwy i szybki dostęp personelu obsługi z *CET* do każdej z nadzorowanych łącznic w przypadku awarii, z jednej strony oraz łatwość utworzenia sieci łączy *PCM* łączących *CET* z nadzorowanymi łącznicami, z drugiej strony.

W systemie *PCM* nie można z traktu wydzielić jednego łącza i skierować go gdzie indziej niż pozostałe łącza. Do współpracy *CET* z łącznicą wystarczy jedno łącze. Przeto, w celu uniknięcia marnotrawstwa łączy, co miałoby miejsce w przypadku łączenia *CET* z każdą łącznicą za pomocą traktu *PCM*, instaluje się *CET* w budynku lub w pobliżu centrali najwyższego poziomu w hierarchii sieci wchodzącego w skład

zgrupowania. Jest to uzasadniane tym, że od każdej centrali niższego poziomu prowadzą wiązki łączy do centrali wyższego poziomu, w których można łatwo wydzielić łącze zarządzania prowadzące do *CET*. Taki układ połączeń *CET* z nadzorowanymi łącznicami wymaga zarówno rozbudowy programu współpracy jak i urządzeń przeznaczonych do tego celu.

Urządzeniem współpracy w wyposażeniu *CET* jest urządzenie oznaczone na rys. 19.6 symbolem *ETM*, a po stronie nadzorowanych łącznic urządzenie *OC*. Urządzenia te w miarę rozwoju rozwiązań *CET* mogą ulegać modyfikacjom i zmianom.

Do współpracy komputera *Kom* (rys. 19.6) z urządzeniem *ETM*, pamięcią dyskową *PDy* oraz dalekopisami służy w *CET-A* urządzenie *ULAM*. Pamięć dyskowa służy do przechowywania danych będących kopią danych zawartych w przelicznikach, do prowadzenia kont abonentów nadzorowanych łącznic itp. Dane zawarte w pamięci dyskowej są zawsze poprawne i dlatego w przypadku uszkodzenia przelicznika są one przepisywane do przelicznika po jego naprawie. Z tych względów wszelkie zmiany w treści danych przeliczników są najpierw wprowadzane do pamięci dyskowej, a następnie przepisywane do właściwych przeliczników. Ponieważ pamięć dyskowa jest urządzeniem podlegającym także uszkodzeniom wszelkie informacje magazynowane w tej pamięci są także rejestrowane na taśmie dziurkowanej (perforowanej) lub innych pamięciach dodatkowych.

Do współpracy „człowiek-maszyna" służą dalekopisy, których może być do 8. Zainstalowanie tylko jednego dalekopisu utrudniałoby realizację procesów utrzymywaniowych, w których musi brać udział człowiek. Komunikaty drukowane na dalekopisie są zakodowane w postaci symboli literowych i cyfr. Meldunki o stanie pracy łącznic, w tym o uszkodzeniach są drukowane w sposób zakodowany na dalekopisie. Rozróżnienia meldunków ważnych, o charakterze alarmowym, od mniej ważnych musiałby dokonywać człowiek obserwujący bez przerwy wydruki i natychmiast je analizować. W celu uniknięcia tej niedogodności instaluje się więcej niż 1 dalekopis specjalizując je funkcjonalnie. Liczba i specjalizacja dalekopisów są określane w projektach łącznic. W takim rozwiązaniu obowiązek ciągłego czuwania i selekcjonowania meldunków przerzuca się na komputer wyposażając go w odpowiedni program.

Całość zadań wykonywanych przez CET dzieli się na dwie grupy: zadania eksploatacyjne i utrzymaniowe. Do pierwszej grupy należą takie zadania, jak: zaliczanie połączeń, obserwacja wybranych abonentów, obserwacja ruchu telefonicznego itp. Do drugiej zaś grupy należą zadania: sygnalizacji uszkodzeń, badań poprawności pracy zespołów łącznic, sprawdzanie zawartości przeliczników itp.

Do wykonywania wszystkich nałożonych na *CET* zadań służy zestaw programów zawierający między innymi:

— program nadzorczy,
— program zarządzania dalekopisami,
— program wydruku zawartości przelicznika,
— program zaliczania,
— program badań okresowych.

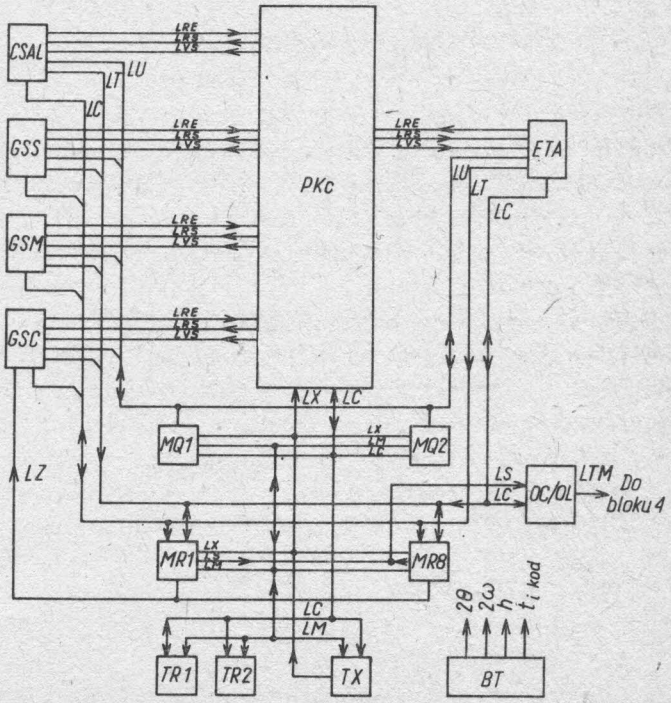
19.6. Telestrady

Ważnym podzespołem wyposażenia łącznic elektronicznych jest telestrada.

Nazwą tą objęto zbiór przewodów łączących, co najmniej dwa, różne zespoły funkcjonalne i przeznaczonych do przesyłania między nimi informacji w postaci sygnałów elektrycznych, przy czym informacje te bądź mogą być związane z różnymi zestawianymi połączeniami, bądź mogą być wymieniane pomiędzy różnymi parami zespołów przyłączonych do takiego zbioru przewodów, i związane z różnymi zestawianymi połączeniami. Inaczej, telestrada jest zbiorem torów wspólnych dla wielu zestawianych połączeń oraz wielu zespołów funkcjonalnych do niej przyłączonych. Ze względu na podobieństwo cech takiego zbioru torów z cechami autostrady wprowadzono nazwę „telestrady". Ze względu na wyposażenie wyjść i wejść zespołów funkcjonalnych, tory telestrad są przystosowane do transmisji sygnałów tylko w jedną stronę. Telestradom, w łącznicach elektronicznych, przyporządkowuje się oznaczenia, w celu wyróżniania ich przeznaczenia funkcjonalnego. W wielu przypadkach współdziałania zespołów połączonych telestradą wynika konieczność przesyłania informacji w dwóch kierunkach. Wówczas na ogólnych schematach blokowych łącznicy fakt ten zaznacza się strzałkami skierowanymi w obie strony. Symbol ten oznacza, że istnieją dwa podzbiory torów po jednym dla każdego kierunku transmisji. Liczba torów w telestradzie zależy od czynników techniczno-ekonomicznych.

Są więc telestrady jedno- i wielotorowe.

W systemie E-10 istnieją telestrady (rys. 10.7.) łączące zespoły należące do różnych bloków, o następujących przeznaczeniach:



Rys. 19.7. Rodzaje telestrad i układ ich połączeń

LR — przesyłanie sygnałów rozmównych *PCM*.
Z charakteru tych sygnałów wynika, iż musi być ona dwukierunkowa. Zawiera ona tor nadawczy *LRE*, przez który przepływają sygnały w kierunku czasowego pola komutacyjnego, oraz tor odbiorczy *LRS*, przez który przepływają sygnały w kierunku przeciwnym.

LVS — przesyłanie sygnalizacji komutacyjnej w kierunku jednostek przyłączeniowych.

LU — wymiana informacji pomiędzy jednostkami przyłączeniowymi i cechownikami.

LT — przesyłanie sygnalizacji komutacyjnej z jednostek przyłączeniowych do multirejestrów.

LC — wymiana sygnałów kontrolnych, alarmowych itp. między *CET* i wszystkimi zespołami łącznicy.

LZ — przesyłanie z multirejestrów sygnałów sterujących grupy synchronizacji łączy prowadzących do innej łącznicy E-10.

LX — przesyłanie informacji z *PKc* do zespołów bloku *3* oraz rozkazów w kierunku odwrotnym.

LM — Wymiana informacji między zespołami bloku *3*.

LS — przesyłanie informacji o ruchu z multirejestrów do *CET* poprzez *OC/OL*.

LTM — wymiana informacji między *OC/OL* i *CET*.

2Θ, 2ω, h, t_{ikod} — ciągi impulsów omówione przy opisie zegara *BT*

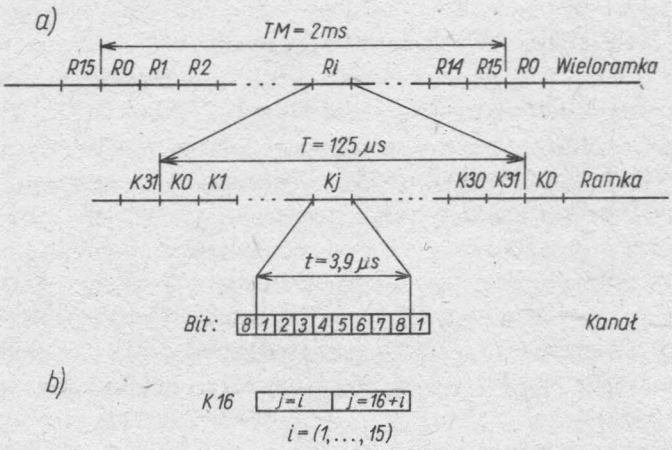
19.7. Kanały sygnalizacyjne

Z każdym kanałem rozmównym musi być związany kanał sygnalizacyjny, w którym przesyłane są informacje związane z połączeniem zestawianym w kanale rozmównym. W systemie E-10 istnieją cztery rodzaje kanałów sygnalizacyjnych:
— kanał sygnalizacyjny *PCM* (tzw. kanał w kanał),
— kanał semafor — satelitowy,
— kanał semafor główny,
— kanał semafor — kontrolny.

Wszystkie słowa kodowe *PCM* w systemie TCK 30/32 są 8-bitowe. Do zakodowania próbek amplitud sygnału analogowego wykorzystuje się 8 bitów. Wobec tego w słowach kodowych nie ma miejsca na utworzenie kanału sygnalizacyjnego ściśle związanego (bo występującego w słowach kodowych, rozmównych) z kanałem rozmównym. Dlatego wydzielono jeden kanał PCM, który przeznaczono do utworzenia kanałów sygnalizacyjnych związanych z kanałami rozmównymi. Do tego celu przeznaczono kanał 16.

Wobec istnienia 30 kanałów rozmównych i jednego kanału do sygnalizacji oraz potrzeby utworzenia 30 kanałów sygnalizacyjnych przyjęto zasadę rozdziału czasowego w odniesieniu do kanału 16. W celu zapewnienia przesłania wszystkich informacji komutacyjnych, związanych z zestawianym połączeniem, wystarczy utworzyć kanał

sygnalizacyjny jedynie z 4 bitów. Zatem w kanale 16 można utworzyć 2 kanały sygnalizacyjne. Aby utworzyć 30 kanałów sygnalizacyjnych na zasadzie rozdziału czasowego należy 15 kolejno występujących kanałów szesnastych przyporządkować kolejnym parom kanałów rozmównych. W ten sposób utworzono tzw. **wieloramkę** obejmującą 16 kolejnych ramek: (Ri; $i = 0,...,15$), z których każda zawiera 32 kanały (Kj; $j = 0,...,31$). Przyjęto 16 ramek (zamiast wystarczających 15) ze względu na zapis binarny. Dodatkową ramkę wykorzystano do synchronizacji wieloramki. Ideę tę przedstawiono na rys. 19.8*a*. W ten sposób kanał 16 ($K16$) jest cyklicznie przyłączany do danego kanału rozmównego co 16×125 μs $= 2$ ms. Ponieważ czasy trwania sygnałów sygnalizacji są dłuższe od kilkunastu milisekund, więc ich odbieranie z dokładnością 2 ms jest wystarczające. Sposób przyporządkowania kanału $K16$ kanałom rozmównym przedstawiono na rys 19.8 *b*. Bity 1 do 4 tego kanału są przyporządkowywane kanałom rozmównym o numerach identycznych z numerem ramki w wieloramce poczynając od $i = 1$, a więc $j = i$, gdzie „j" jest numerem kanału w ramce, a „i" numerem ramki w wieloramce. Bity 5 do 8 kanału $K16$ tworzą kanał sygnalizacyjny przyporządkowywany kanałom rozmównym o numerach ramek w wieloramce powiększonych o 16, tzn. $j = 16 + i$. Tak więc bity 1 do 4 tworzą kanał sygnalizacyjny obsługujący kanały rozmówne $K1$ do $K15$, a bity 5 do 8 tworzą kanał sygnalizacyjny obsługujący kanały rozmówne $K17$ do $K31$. Ponieważ kanał $K16$ jest czasowo, lecz stale przyporządkowany poszczególnym kanałom rozmównym, ten system pracy nazwano „kanał w kanał". Tak utworzonym kanałem sygnalizacyjnym mogą być wymieniane informacje, gdy danemu połączeniu jest przyporządkowany określony kanał PCM.



Rys. 19.8. Struktura wieloramki, ramki, lokalizacja kanałów sygnalizacyjnych: *a*) struktura wieloramki i ramki; *b*) kanał sygnalizacyjny; jego przyporządkowanie kanałem rozmównym

R — ramka, *K* — kanał

W koncentratorze 512 abonentów jest obsługiwanych przez 60 łączy *PCM*. Przeto w chwili zainicjowania połączenia przez któregoś z abonentów nie wiadomo z jakim łączem *PCM* będzie on połączony. Po zestawieniu takiego połączenia należy przesłać odpowiednią informację do bloku 3 jakąś inną drogą. W koncentratorze lokalnym

CSAL wykorzystuje się do tego celu telestradę *LU*. W koncentratorze oddalonym *CSAD* zaś wprowadzono w tym celu kanał semafor obsługujący wszystkie połączenia zestawiane w koncentratorze. Kanał ten jest zajmowany przez połączenie tylko na czas przesyłania informacji. Informacje przesyłane w semaforze są dość obszerne i noszą nazwę **meldunków.** Meldunek zawiera co najmniej: numer wyposażeniowy (ograniczony do koncentratora) abonenta, numer traktu *PCM* i numer łącza *PCM*.

Ogólnie można stwierdzić, że meldunek zawiera: adres połączenia (np. nr traktu i nr kanału), którego dotyczy, właściwą informację komutacyjną oraz bity uzupełniające. Te ostatnie służą do zabezpieczenia meldunku przed możliwością przekłamania treści meldunku w czasie transmisji. Umożliwiają one odbiornikowi ustalenie, czy meldunek odebrano bezbłędnie. Wartości tych bitów są obliczane w nadajniku w zależności od kombinacji wartości bitów pozostałych części meldunku. Przeto bity te zabezpieczają meldunek tylko wówczas, gdy są nadane łącznie z meldunkiem. Taką porcję informacji obejmującą: znak jej identyfikacji, np. adres, właściwą informację komutacyjną oraz bity dodatkowe (zabezpieczające) nazywa się **„pakietem".** Informacje w semaforze są przesyłane pakietami. Meldunek może składać się z więcej niż jednego pakietu. Utworzenie kanału semafor jest możliwe tylko przez wydłużenie wieloramki. Dlatego w koncentratorze oddalonym wieloramka sygnalizacyjna zawiera 32 ramki, co pociąga za sobą wydłużenie okresu przyłączania się kanału *K16* do kanału rozmównego do 4 ms. Jest to jeszcze dopuszczalne, gdyż do multirejestru przesyła się informację o odebranym impulsie wybierczym, a nie sam impuls lub impuls zregenerowany. Zatem, w wieloramce o 32 ramkach, 16 ramek od *RO* do *R15* wykorzystuje się do systemu sygnalizacji kanał w kanał, oraz 16 ramek od *R16* do *R31* wykorzystuje się do utworzenia kanału semafora. Każdy kanał *K16* w ramkach od *R16* do *R31* traktuje się jako połowę słowa 16-bitowego. Przeto kanał semafor satelitowy zawiera 8 słów 16-bitowych. Kanał semafor satelitowy jest wykorzystywany do przesyłania informacji od *CSAD* do *MQ* oraz od *MQ* do CSAD.

Kanał semafor główny jest przeznaczony do współpracy dwóch łącznic systemu E-10. Jest to kanał sygnalizacyjny, wspólny dla wielu zestawianych połączeń, dzięki czemu kanały rozmówne są zajmowane jedynie na czas trwania rozmowy. Przeto wiązka łączy rozmównych nie zajmowanych na czas wymiany sygnalizacji może obsłużyć więcej połączeń. Przy współpracy dwóch łącznic systemu E-10 nie jest wykorzystywany system kanał w kanał, więc wieloramkę sygnalizacyjną można tworzyć stosownie do przyjętego systemu sygnalizacji. W semaforze głównym przyjęto pakiety 64-bitowe zawierające 8 słów 8-bitowych. Wieloramka sygnalizacyjna obejmuje tu 8 ramek.

Kanał semafor kontrolny jest przeznaczony do wymiany informacji pomiędzy centrum komutacyjnym i centrum eksploatacji technicznej. Kanał ten jest tworzony w 29 kanale (a nie 16 jak poprzednio) z wieloramką zawierającą 32 ramki, co daje 256 bitów. Pakiety informacji składają się z 32 słów 8-bitowych.

Kanały sygnalizacyjne typu „kanał w kanał" są wykorzystywane, przy współpracy centrum komutacyjnego z koncentratorem typu CSAD, do przesyłania, do centrum informacji o stanie łącza abonenckiego, w tym impulsowania, a w kierunku od centrum, do przesyłania rozkazów: wysyłania prądu dzwonienia, wysyłania impulsu

zaliczającego 16 kHz do licznika przy aparacie abonenta (tzw. telezaliczenia) oraz zmiany biegunowości zasilania. Przy współpracy z łącznicami elektromechanicznymi natomiast, kanał sygnalizacyjny jest wykorzystywany do wymiany sygnałów wchodzących w skład sygnalizacji liniowej lub innego rodzaju, oprócz sygnalizacji wieloczęstotliwościowej. W tych przypadkach krotnica *PCM* jest połączona z translacjami stanowiącymi zakończenia łączy międzycentralowych od strony łącznicy elektromechanicznej. Każda translacja jest połączona z krotnicą *PCM* następującymi przewodami:

a, b — łącza rozmównego,

TRON 1
TRON 2 — dla sygnałów sygnalizacji w kierunku do krotnicy *PCM*,

RON1
RON 2 — dla sygnałów sygnalizacji w kierunku od krotnicy *PCM*.

W ten sposób translacja jest połączona z krotnicą i dalej z łącznicą systemu E-10 za pomocą dwóch kanałów sygnalizacyjnych w przód i dwóch wstecz. Pozwala to na znaczne uproszczenie rozwiązań translacji, nawet na tych kierunkach, na jakich wymagana jest bogata wymiana informacji. Uproszczenie schematu translacji sprowadza się do zmniejszenia liczby elementów jej wyposażenia. Tworzenie kanałów sygnalizacyjnych w systemie *PCM* nie jest kosztowne.

19.8. Ogólny opis zestawienia połączeń

19.8.1. Nowe zgłoszenie

A. Nowe zgłoszenie od abonenta

Wszystkie łącza abonenckie są przyłączone do koncentratorów lokalnych lub oddalonych. Urządzenie sterujące koncentratora generuje ciąg adresów (numerów wyposażeniowych) abonenckich zespołów liniowych *AZL*. Każdy adres powoduje przyłączenie się urządzenia sterującego do *AZL* określonego danym adresem. W ten sposób następuje kontrola stanu przekaźnika liniowego w *AZL*. Jeśli stan jego dowodzi, że abonent podniósł swój mikrotelefon następuje wstrzymanie generowania następnego numeru. Urządzenie sterujące pozostaje przyłączone do tego *AZL* i dokonuje obsługi tego zgłoszenia. Zatem wykrycie nowego zgłoszenia dokonuje się na zasadzie przepatrywania.

Urządzenie sterujące koncentratora jest programowane. Przepatrywanie jest sterowane programem przepatrywania. Wykrycie i obsłużenie nowego zgłoszenia nie jest czynnością pilną. Opóźnienie obsługi nawet o kilka sekund nie spowoduje zmniejszenia sprawności usługowej ani straty informacji. Dlatego program przepatrywania należy do programów przerywanych. Jeżeli w procesie przepatrywania wystąpi sygnał określający konieczność wykonania jakiejś pilnej czynności (np. dotyczącej zestawianego już połączenia), to program przepatrywania zostaje wstrzymany wraz z zarejestrowaniem pozycji (fazy) w jakiej się on znajduje, po to, aby po wykonaniu pilnej

czynności procesor mógł powrócić do przepatrywania w miejscu, w którym zostało ono przerwane. W ten sposób zapewniono statystycznie średni okres przepatrywania każdego *AZL*. W każdym rozwiązaniu sterowania programowanego urządzeń związanych z czasową obsługą, programy są uporządkowane według pilności (ważności) ich realizacji z punktu widzenia: zapewnienia wymaganej sprawności usługowej, zapewnienia bezbłędności wymiany informacji (niedopuszczalna jest strata choćby części informacji), oraz przeciwdziałania skutkom uszkodzeń sprzętu (wyłączenia z ruchu, pożar itp.). Programy są więc ułożone w określonej hierarchii względem siebie. Są to tzw. poziomy hierarchiczne (ważności) programów. Program należący do najwyższego poziomu przerywa wykonywanie programów niższych poziomów itd. Liczba poziomów ważności zależy od stopnia skomplikowania oprogramowanią wynikającego z liczby funkcji sterowanych odrębnymi podprogramami. W koncentratorze istnieją dwa poziomy ważności: jeden, obejmujący program przepatrywania i drugi wyższy — wywołań priorytetowych.

Z chwilą wykrycia nowego zgłoszenia, program przepatrywania zostaje przerwany i w procesie następuje skok do programu wyszukania wolnego zespołu połączeniowego. Każdy zespół jest na stałe związany z jednym łączem *PCM*. Zatem wyznaczenie do pracy określonego zespołu połączeniowego jest równoznaczne z wyznaczeniem łącza *PCM*. Koncentrator o maksymalnej pojemności jest wyposażony w 60 rozmównych łączy *PCM*, a więc w 60 zespołów połączeniowych.

Numery: *AZL* i zespołu połączeniowego *ZP* wyznaczają jedyną drogę połączeniową, łączącą te zespoły między sobą, poprzez pole komutacyjne koncentratora. Wobec tego po wyznaczeniu wolnego *ZP* należy sprawdzić, czy istnieje wolna droga połączeniowa od niego do *AZL* w stanie nowego zgłoszenia. Sprawdzeniem tej drogi steruje odpowiedni program. Jeżeli droga jest zajęta, to następuje wybór następnego wolnego *ZP* i sprawdzenie drogi połączeniowej. Jeżeli droga jest wolna, to następuje zestawienie połączenia *AZL-ZP*. Pętla abonenta zostaje galwanicznie przedłużona do *ZP*, skąd otrzymuje zasilanie przez cały czas trwania połączenia. W *AZL* zostaje uruchomiony przekaźnik odłączny wskutek czego zostaje skasowany sygnał nowego zgłoszenia oraz włączony sygnał zajętości łącza abonenckiego. Procesor urządzenia sterującego wie wówczas z jakim łączem *PCM* i w jakim trakcie łącze *AbA* zostało połączone. Dysponuje przeto danymi do sformułowania meldunku do bloku *3*. Utworzony meldunek zostaje przesłany do cechownika *MQ* w kanale semafora satelitowego.

Sygnał przesłany z cechownika *MQ* w kanale semafora, potwierdzający poprawny odbiór meldunku stanowi dla urządzenia sterującego koncentratora informację kończącą obsługę nowego zgłoszenia w koncentratorze. Urządzenie sterujące może teraz powrócić do programu (procesu) przepatrywania. Zanim jednak program ten zostanie przywołany następuje sprawdzenie, czy nie pojawiło się jakieś wywołanie priorytetowe. Jeżeli wystąpiło, to jest ono obsługiwane przede wszystkim. Jeżeli nie wystąpiło, to przywoływany jest program przepatrywania i proces przebiega od miejsca, w którym nastąpiło jego przerwanie.

W bloku *3* cechownik wyszukuje wolny multirejestr *MR* i wpisuje do jego pamięci otrzymane dane: nr wyposażeniowy *AbA*, nr traktu *PCM*, nr kanału *PCM* oraz fazę zestawianego połączenia. Wpisanie tych danych do pamięci *MR* jest równoznaczne

z zajęciem *MR* i przyłączeniem go do zestawianego połączenia. Od tej chwili multirejestr przejmuje na siebie nadzór nad zespołem połączeniowym, tzn. nad zestawianym połączeniem. Informacje o stanie *ZP* są doprowadzane do *MR* po telestradzie *LT*, a nadzorowanie odbywa się za pośrednictwem kanału sygnalizacyjnego typu „kanał w kanał".

Multirejestr przyłącza się do przelicznika *TR* w celu uzyskania kategorii *AbA*. Jeśli *AbA* ma tarczę numerową, to nic się nie dzieje. Jeśli *AbA* ma klawiaturę numerową, to *MR* przekazuje do *MQ* rozkaz połączenia *LRE AbA* z *LRS ETA* prowadzącą do odbiornika kodu klawiatury. Na rozkaz z *MR* cechownik zestawia połączenie w czasowym polu komutacyjnym między kanałem w telestradzie *LRS AbA* i kanałem *x* w telestradzie *LRE* zespołu *ETA* oraz ewentualnie między *LRE AbA* i *LRS ETA*. W kanale *x* nadawany jest ciąg słów *PCM* odpowiadający sygnałowi zgłoszenia. Kończy to proces obsługi nowego zgłoszenia.

B. Nowe zgłoszenie łącza międzycentralowego od central innych niż E-10

Łącza międzycentralowe od central innych niż E-10 są przyłączone poprzez tranlacje i krotnicę *PCM* do grupy synchronizacji *GSM*. Do współpracy tych łącznic wykorzystywany jest kanał sygnalizacyjny typu „kanał w kanał". Wykrycie zgłoszenia od łącza jest dokonywane za pomocą przepatrywania. Jest to też program przerywalny. Jednak czas trwania jego przerwania nie może być zbyt długi, bo grozi to utratą informacji, zwłaszcza przy współpracy z łącznicą o sterowaniu bezpośrednim, np. systemu Strowgera. W takich systemach wykrycie stanu zajęcia łącza i przyłączenia multirejestru musi być dokonane w znamionowym czasie trwania przerwy międzycyfrowej (międzyseryjnej). Opóźnienie przyłączenia multirejestru może spowodować, że tylko część następnej serii zostanie przyjęta przez *MR*. Przy współpracy z centralą rejestrową z sygnalizacją z potwierdzaniem, np. systemu *R2*, groźba taka nie występuje, gdyż informacja wybiercza jest zmagazynowana w rejestrze oddalonej łącznicy i będzie wydawana dopiero po otrzymaniu sygnału „zaproszenia do nadawania".

Wykrycie stanu zajęcia łącza powoduje przesłanie po telestradzie *LU* informacji o tym fakcie do cechownika *MQ* wraz z numerem traktu i kanału *PCM*. Cechownik przyłącza, tak jak poprzednio, multirejestr do zestawianego połączenia. *MR* łączy się z przelicznikiem *TR* w celu otrzymania kategorii łącza. Jeżeli jest to łącze z sygnalizacją *R2*, to *MR* nadaje do *MQ* rozkaz zestawienia połączenia w *PKc*, pomiędzy torem *LRE* łącza międzycentralowego i torem *LRS ETA* prowadzącym do odbiornika sygnalizacji *R2*. Cechownik przekazuje do *MR* numer odbiornika *R2*, z jakim zestawił połączenie. Wykonanie tych czynności kończy proces obsługi nowego zgłoszenia łącza międzycentralowego.

C. Nowe zgłoszenia od innej łącznicy systemu E-10

Trakty *PCM* łączące odległą łącznicę systemu E-10 z łącznicą rozpatrywaną są w obydwóch łącznicach przyłączone do grup synchronizacji *GSC*. Jeżeli w odległej łącznicy zachodzi konieczność włączenia do zestawianego połączenia łącznicy rozpa-

trywanej, to odległa łącznica wysyła meldunek do łącznicy rozpatrywanej w kanale semafora głównego. Odebrany meldunek podlega analizie w *GSC* i jeżeli określa on nowe zgłoszenie, to urządzenie sterujące *GSC* przesyła po telestradzie *LU* meldunek do *MQ* w celu przyłączenia multirejestru do zestawianego połączenia. Multirejestr otrzymuje przy zajmowaniu informację, że zgłoszenie przychodzi z innej łącznicy E-10, wobec czego nie ma potrzeby porozumiewania się z przelicznikiem *TR* ani zestawienia połączenia w *PKc* z *ETA*, gdyż wszelkie informacje otrzymywać będzie on z zespołu *GSC*. Na przyłączeniu multirejestru kończy się więc obsługa nowego zgłoszenia z łącznicy E-10.

19.8.2. Odbiór informacji wybierczych

A. Od jednostki przyłączeniowej US typu CS, GSS lub ETA

Multirejestr kontroluje stan pętli abonenta poprzez sprawdzanie stanu punktu przepatrywania w wyposażeniu zespołu połączeniowego. Multirejestr przyłącza się kolejno do obsługiwanych zespołów połączeniowych co 8,25 ms.

Aby multirejestr mógł odbierać informacje z dowolnego kanału *PCM*, czas jego przyłączenia do zestawianego połączenia jest równy czasowi trwania ramki *PCM*, tzn. 125 μs. Każda jednostka przyłączeniowa *US* (obsługiwana przez 2 trakty *PCM*) ma swoją telestradę *LT*. W tej telestradzie utworzono 32 kanałowe szczeliny czasowe odpowiadające dokładnie kanałom *PCM*. W każdym kanale telestrady *LT* przesyłany jest sygnał stanu *ZP* związanego z kanałem *PCM* z traktu 0 i 1. Do multirejestru są przyłączone 64 telestrady *LT*. Przyłączenie się multirejestru do nadzorowanego zespołu połączeniowego *ZP* polega na wybraniu telestrady *LT* prowadzącej od *US* (koncentratora), w którym znajduje się nadzorowany *ZP*, oraz na wybraniu z ciągu sygnałów telestrady *LT* tych, które występują w obsługiwanym kanale *PCM*. Sygnał w telestradzie *LT* występuje co 125 μs, zaś jest on odczytywany przez multirejestr co 8,25 ms.

Jeżeli abonent ma aparat telefoniczny z tarczą numerową, to multirejestr odbiera informacje wybiercze w opisany wyżej sposób. Każda zmiana stanu w *ZP* jest rejestrowana w multirejestrze i poddawana analizie w celu poprawnego odczytania informacji wybierczej. W ten sposób odbierany jest numer *AbB*, cyfra po cyfrze, które są magazynowane w multirejestrze.

Jeżeli abonent ma aparat telefoniczny z klawiaturą numerową, to multirejestr odbiera informacje z dwóch telestrad *LT*, a mianowicie z *LT* prowadzącej od *ETA*, gdzie następuje odbiór wieloczęstotliwościowych sygnałów wybierczych zamienianych na kod binarny odebranej cyfry oraz z *LT* prowadzące od *US AbA* w celu wykrycia stanu położenia mikrotelefonu. Telestrady *LT* od *ETA* mają numery najniższe 0, 16, 32 i 48, wobec czego informacje z nich przychodzące są odbierane przede wszystkim. Odebrane informacje są magazynowane w pamięci multirejestru *MR*. Pamięć ta może zmagazynować numer składający się z 12 cyfr.

Po odebraniu pierwszej przerwy, w przypadku tarczy numerowej, lub pierwszej cyfry, w przypadku klawiatury numerowej, multirejestr wysyła do cechownika *MQ*

rozkaz rozłączenia połączenia kanału sygnału zgłoszenia telestrady *LRE ETA* z kanałem rozmównym telestrady *LRS AbA*. Do *AbA* zostaje wstrzymane wysyłanie sygnału zgłoszenia.

B. Od jednostki przyłączeniowej US typu GSM

Każdy moduł synchronizacji *MSM* obsługujący dwa trakty *PCM* jest wyposażony w telestradę *LT*. Sygnalizacja liniowa z translacji poprzez krotnicę *PCM* i grupę synchronizacji, jest odbierana z telestrady *LT* w sposób analogiczny do opisu z punktu *A*. Jeżeli na danym kierunku nie jest stosowana sygnalizacja *R2*, to odbiór informacji wybierczych jest przeprowadzany analogicznie jak w przypadku tarczy numerowej. Jeżeli zaś jest stosowana sygnalizacja *R2*, to odbiór jest dokonywany analogicznie jak w przypadku klawiatury numerowej.

C. Od jednostki przyłączeniowej US typu GSC

Każda para traktów *PCM* przyłączonych do tego samego modułu *MSC* jest obsługiwana przez jedną telestradę *LT*. Urządzenie sterujące *GSC* po odebraniu meldunku z kanału semafora, nadanego z odległej łącznicy, przeformowuje go w celu nadania do multirejestru. Tak utworzony meldunek jest przesyłany telestradą *LT* co 125 μs, aż do chwili odebrania z telestrady *LZ* sygnału potwierdzającego przyjęcie meldunku. Multirejestr wie, że połączenie obsługiwane pochodzi od innej łącznicy E-10 oraz zna numery traktu i kanału *PCM* w jakim jest ono zestawiane, wobec czego wie, do jakiej telestrady *LT* ma się przyłączać i po jakiej telestradzie *LZ* ma dać odpowiedź. Multirejestr przyłącza się cyklicznie do obsługiwanego połączenia co 8,25 ms, dlatego meldunek, który przychodzi w przypadkowej fazie pracy multirejestru musi być powtarzany co 125 μs, aby umożliwić multirejestrowi odebrania tego meldunku.

19.8.3. Zestawienie połączenia

A. Do abonenta łącznicy

Multirejestr podczas odbierania numeru katalogowego abonenta wywoływanego (*AbB*) dokonuje analizy cyfr w celu określenia kierunku, w jakim połączenie ma być zestawione. Multirejestr dokonuje tego przy współpracy z przelicznikiem *TR*, w którego pamięciach zmagazynowane są dane o strukturze sieci w otoczeniu danej łącznicy. Analiza ta służy również do ustalenia długości numeru *AbB*. Multirejestr musi bowiem potrafić wykryć stan końca nadawania numeru *AbB*. Stan ten można określić bądź na podstawie znajomości liczby cyfr w numerze, bądź na podstawie odmierzania czasu trwania przerwy między cyfrowej. Przy jednolitej numeracji abonentów w sieci „koniec wybierania" określa się na podstawie liczby cyfr w numerze. W okresie przejściowym jednak nie ma takiej możliwości i należy odmierzać czas, tzn.

temporyzować (czasować) przerwę międzycyfrową (międzyseryjną), aby wykryć stan „końca wybierania". Multirejestr musi odebrać pełny numer katalogowy *AbB* lub taką jego część, która umożliwi mu przejście do wykonywania właściwych czynności procesu zestawiania połączenia. Po odebraniu pierwszej cyfry multirejestr może, w pewnych przypadkach przejść do zestawienia połączenia, podczas gdy w innych, np. do abonentów własnych, musi czekać na odebranie pełnego numeru *AbB*.

W trakcie wprowadzania łącznicy E-10 do istniejącej sieci zdarza się, przy połączeniach tranzytowych, że do poprawnego wykonania analizy numeru *AbB* konieczna jest znajomość cyfr pobranych przez łącznice poprzedzające w drodze zestawianego połączenia. Jeżeli te łącznice są systemu rejestrowego przystosowane do sygnalizacji, np. *R2*, to przekażą one odebrane cyfry. Jeżeli poprzedzająca łącznica jest łącznicą o sterowaniu bezpośrednim, to nie może ona przekazać ani numeru *AbA*, ani cyfr już odebranych. Dane zawarte w przeliczniku *TR* wraz z numerem wyposażeniowym łącza przyjściowego pozwalają, w takich przypadkach, na odtworzenie cyfr, jakie musiały być nadane, aby dotrzeć do danej łącznicy. Tak więc, w wyniku dokonanych analiz odebranych cyfr i kierunku, z jakiego połączenie przyszło, multirejestr jest w stanie określić kierunek (odległą łącznicę) w jakim połączenie ma być zestawione.

Jeżeli połączenie pozostaje w łącznicy, to multirejestr żąda od przelicznika *TR* podania numeru wyposażeniowego oraz kategorii *AbB*. Na podstawie otrzymanych danych multirejestr przygotowuje informację, którą przesyła do cechownika *MQ*. Ten ostatni przesyła w kanale semafora satelitowego do jednostki przyłączeniowej, w której znajduje się *AbB*, jego numer wyposażeniowy oraz rozkaz sprawdzenia jego stanu. Urządzenie sterujące koncentratora dokonuje sprawdzenia stanu *AbB* i jeżeli jest on zajęty, to przesyła do cechownika w kanale semafora satelitowego informację o tym stanie. Cechownik *MQ* przekazuje ją do multirejestru. Ten formułuje rozkaz przyłączenia sygnału zajętości do *AbA* i przekazuje go do cechownika, który z kolei przesyła go do pola komutacyjnego w celu zestawienia połączenia między kanałem sygnału zajętości w telestradzie *LRE* zespołu *ETA* i kanałem *AbA* w jego telestradzie *LRS*. O fakcie zestawienia takiego połączenia cechownik powiadamia multirejestr. Połączenie to zostanie zwolnione z chwilą odłożenia mikrotelefonu przez *AbA* lub po upływie 60 s.

Jeżeli *AbB* jest wolny, to urządzenie sterujące koncentratora przyłącza łącze *AbB* do wolnego zespołu połączeniowego, tak samo jak w przypadku obsługi nowego zgłoszenia. Jeżeli brak jest wolnych łączy *PCM*, to koncentrator przesyła do cechownika, i dalej do multirejestru informację o tym stanie. Multirejestr ponawia próbę *AbB* co 2 s, przy czym liczba prób jest ograniczona do 8. Daje to zwłokę w zestawieniu połączenia do 16 s. W tym czasie z *ETA* wysyłany jest do *AbA* sygnał marszrutowania powiadamiający go, że połączenie jest zestawiane. Wysyłanie tego sygnału polega na zestawieniu w *PKc* połączenia pomiędzy kanałem sygnału marszrutowania telestrady *LRE ETA* i kanałem rozmównym telestrady *LRS AbA*. Połączeniem tym, jak każdym połączeniem zestawianym w czasowym polu komutacyjnym *PKc*, steruje cechownik *MQ* na rozkaz z *MR*.

Po zestawieniu połączenia *AbB* — kanał *PCM* do cechownika *MQ* wysyłana jest w kanale semafora satelitowego informacja, skąd dalej zostaje ona skierowana do

multirejestru *MR*. Pośrednictwo cechownika występuje tu z następujących powodów: wymiany informacji w kanale semafora satelitowego dokonuje tylko cechownik; multirejestr pracuje na zasadzie rozdziału czasowego i nie ma synchronizacji między jego pracą i pracą urządzenia sterującego koncentratora. Multirejestr *MR* dysponując numerem kanału *PCM* do jakiego jest przyłączony *AbB*, może nakazać wysyłanie prądu dzwonienia i sygnału zwrotnego dzwonienia. W tym celu *MR* przesyła do cechownika *MQ* rozkaz zestawienia połączenia między kanałem sygnału zgłoszenia telestrady *LRE ETA* i kanałem rozmównym telestrady *LRS AbA*. W telestradę *LX* łączącą *MR* z *PKc* multirejestr wysyła do pola *PKc* rozkaz nadania w kanale sygnalizacyjnym telestrady *LVS AbB* polecenia przyłączenia w zespole połączeniowym *ZP* źródła prądu dzwonienia. To polecenie występuje w telestradzie *LVS* w każdej ramce, tzn. co 125 μs, aż do chwili jego skasowania na rozkaz z *MR*. Multirejestr z chwilą wysłania rozkazów rozpoczynających dzwonienie uruchamia u siebie licznik czasu w celu odmierzania rytmu dzwonienia, tj. 1 s wysyłania prądu dzwonienia i 4 s. ciszy. Po upływie 1 s od rozpoczęcia wysyłania prądu dzwonienia *MR* wysyła rozkaz wstrzymania nadawania polecenia w telestradę *LVS* oraz rozkaz rozłączania połączenia, dzięki któremu *AbA* otrzymywał sygnał tonowy. W ten sposób *MR* nadaje żądany rytm wysyłania prądu dzwonienia i sygnału zwrotnego dzwonienia. Gdy *AbB* podniesie swój mikrotelefon multirejestr zostanie o tym powiadamiany odbierając z telestrady *LT*, prowadzącej od koncentratora *AbB*, sygnał o zmianie stanu pętli *AbB*. Multirejestr wysyła wówczas do cechownika *MQ* ciąg rozkazów:

— rozłączenia połączenia *ETA — AbA*,
— zestawienia połączenia kanału rozmównego telestrady *LRE AbA* z kanałem rozmównym telestrady *LRS AbB*,
— zestawienia połączenia kanału rozmównego telestrady *LRE AbB* z kanałem rozmównym telestrady *LRS AbA*,
oraz do pola *PKc*
— rozkaz skasowania polecenia wysyłania prądu dzwonienia.

Po wykonaniu tych połączeń i sprawdzeniu poprawności ich wykonania cechownik powiadamia o tym multirejestr. Jest to jednocześnie sygnał zwalniający multirejestr. Wówczas połączenie jest nadzorowane przez zespół połączeniowy koncentratora *AbB* oraz zespół połączeniowy koncentratora *AbA*, jeśli było to połączenie lokalne, bądź przez translację lub odległą łącznicę E-10, jeśli było to połączenie przychodzące.

UWAGA: W powyższym tekście użyto terminu „abonent wywołujący *AbA*" w rozumieniu źródła ruchu, które nie koniecznie musi znajdować się w rozpatrywanej łącznicy.

Jeżeli w ciągu 90 s. (a w przypadku pewnych służb specjalnych 8 min) *AbB* nie podniesie swego mikrotelefonu (nie zgłosi się), to następuje przymusowe rozłączenie i *AbA* otrzymuje sygnał zajętości w sposób podany wyżej.

B. Do międzycentralowego łącza wyjściowego

Jeżeli w procesie analizy multirejestr stwierdzi, że zestawiane połączenie jest wychodzące, to żąda od przelicznika *TR* podania wiązki łączy prowadzącej w tym kierunku, tzn. numer wyposażeniowego pierwszego i ostatniego łącza wiązki. Jeżeli

jest to połączenie do innej łącznicy E-10, to za pośrednictwem kanału semafora głównego, następuje przekazanie do tej łącznicy wszystkich danych potrzebnych do zestawienia połączenia oraz zestawiane jest połączenie między wziętym do pracy kanałem rozmównym przyjściowej telestrady *LRE* i kanałem rozmównym wyjściowej telestrady *LRS* i na odwrót. Dane o wyjściowym łączu *PCM*, wziętym do pracy dla zestawianego połączenia, zostają przesłane w przód do odległej łącznicy. Po wykonaniu tych czynności multirejestr, w rozpatrywanej łącznicy, zostaje zwolniony. Sygnał zwrotny dzwonienia *AbA* otrzyma z odległej łącznicy E-10.

Jeżeli połączenie jest kierowane do łącznicy innej niż systemu E-10, to zajmowane jest łącze (pierwsze wolne w wiązce). Zajęcie łącza oznacza zajęcie translacji. Za pośrednictwem translacji multirejestr przesyła w kanale sygnalizacyjnym typu „kanał w kanał", cały lub wymaganą część numeru katalogowego *AbB*, po czym nakazuje zestawienie połączenia między łączem źródła ruchu i wybranym łączem wyjściowym. Połączenie to jest realizowane tak szybko, aby do źródła ruchu dotarły bez zwłoki sygnały tonowe z odległej łącznicy.

C. Połączenia przychodzące i tranzytowe

Połączenia przychodzące są opisane w p. A, a tranzytowe stanowią kombinację połączenia przychodzącego i wychodzącego.

19.8.4. Taryfikacja

Multirejestr przy współpracy z przelicznikiem określa numer taryfy dla zestawianego połączenia. Numer taryfy wynika z numeru katalogowego *AbB* oraz pory dnia. Na zakończenie zestawienia połączenia multirejestr przekazuje numer wyposażeniowy i kategorię *AbA* oraz numer taryfy do taryfikatora *TX*. Taryfikator *TX* rozpoczyna zliczanie impulsów taryfikacyjnych, które kontynuuje przez czas trwania połączenia. Jeżeli jest to połączenie z zaliczaniem jednokrotnym, to *TX* formułuje meldunek i przesyła go do *CET*, po czym zwalnia się. Jeżeli jest to połączenie z zaliczaniem wielokrotnym (zależnym od czasu), to taryfikator zlicza impulsy z ciągu określonego numerem taryfy. Po otrzymaniu z *MR* rozkazu „koniec zaliczania" *TX* formułuje meldunek i przesyła go do *CET* w celu doliczenia należności za połączenie do konta *AbA*.

Jeżeli abonent ma zainstalowany przy swoim aparacie licznik, to taryfikator *TX* każdorazowo, gdy dolicza impuls z ciągu taryfowego, przesyła do pola *PKc*, po telestradzie *TX*, rozkaz wysłania sygnału telezaliczania. Sygnał ten jest przesyłany po telestradzie *LVS* do koncentratora, gdzie z zespołu połączeniowego zostaje wysłany w naturalne łącze abonenta impuls prądu przemiennego o częstotliwości 16 kHz.

19.8.5. Rozłączenie

Proces rozłączenia jest wykonywany w następujących przypadkach:
— do abonenta jest wysyłany sygnał zajętości dłużej niż 60 s,
— abonent wywołujący *AbA* odłożył mikrotelefon,
— przerwa pętli abonenta wywoływanego *AbB* trwa dłużej niż 90 s.

W przypadkach pierwszym i trzecim proces rozłączenia jest zestawiany automatycznie przez wyposażenie łącznicy. W przypadku pierwszym chodzi o zwolnienie łączy i wyposażenia łącznicy np. w przypadku niewłaściwego odłożenia mikrotelefonu przez abonenta po usłyszeniu sygnału zajętości. Opóźnienie rozłączenia w przypadku powstania przerwy w pętli *AbB* (w przypadku drugim) wynika z faktu, że w instalacji abonenta mogą być zamontowane gniazdka i w czasie przenoszenia aparatu telefonicznego z gniazda do gniazda istnieje przerwa w pętli abonenta. Jest to jednak przerwa nie wynikająca z położenia mikrotelefonu na widełki. Przyjęto, że w ciągu 90 s abonent może przenieść aparat z jednego pokoju do drugiego, nawet w dość rozległym mieszkaniu.

W czasowym polu komutacyjnym *PKc* nie ma wyposażenia kontrolującego stany łączy obu abonentów (tu także pod pojęciem *AbA* i *AbB* rozumie się odpowiednio źródło i ujście ruchu, którymi w szczególnych przypadkach mogą być łącza abonentów wywołującego lub wywoływanego), sygnalizacja liniowa zaś jest wydzielana w koncentratorach lokalnych oraz w grupach synchronizacji i kierowana w telestrady *LT* lub *LU* prowadzące do wyposażenia bloku *3*. Tak więc pole *PKc* również nie może odebrać sygnałów sygnalizacji liniowej. Zatem w celu dokonania rozłączenia w polu *PKc* konieczne jest zaangażowanie wyposażenia bloku *3*.

Przerwa w pętli abonenta powoduje zwolnienie przekaźnika ją nadzorującego. O fakcie tym zostaje zawiadomiony cechownik w sposób identyczny jak przy nowym zgłoszeniu, z tym że wiadomość ta zostaje uzupełniona informacją o wykrytej przerwie. Następuje przyłączenie multirejestru i wpisanie do jego słowa numerów wyposażeniowych: abonenta (łącza międzycentralowego), traktu i kanału *PCM* oraz rodzaj abonenta: *AbA* lub *AbB*. Na podstawie numeru traktu i kanału *PCM* cechownik ustala numer traktu i kanału *PCM* drugiego abonenta i informacje te przekazuje do *MR*. Na podstawie numeru abonenta multirejestr *MR* otrzymuje z przelicznika *TR* kategorię abonenta.

Jeśli wykryta przerwa pochodzi od *AbA*, to multirejestr poprzez cechownik nakazuje: dokonanie rozłączenia w polu *PKc* oraz w jednostce przyłączeniowej *AbA*; zestawienie połączenia między sygnałem zajętości z *ETA* i *AbB* (do *AbB* jest wysyłany sygnał zajętości); wstrzymanie zaliczania w taryfikatorze *TX*. Teraz *MR* oczekuje na odłożenie mikrotelefonu przez *AbB*. Jeśli to nastąpi przed upływem 60 s lub jeśli minie 60 s, to multirejestr nakazuje dokonanie rozłączenia z *AbB*. Po otrzymaniu sygnałów potwierdzających poprawne wykonanie tych czynności multirejestr zwalnia się, zerując wzięte do pracy swoje słowo.

Jeżeli wykryta przerwa pochodzi od *AbB*, to multirejestr *MR* rozpoczyna odmierzanie czasu 90 s, nadzorując stan łącza *AbA*. Jeżeli *AbA* odłoży mikrotelefon, to multirejestr przechodzi do czynności wyżej podanych. Jeżeli przed upływem 90 s *AbB*

skasuje powstałą przerwę, to multirejestr zwalnia się. Jeżeli czas trwania stanu przerwy przekroczy 90 s, to multirejestr *MR* nakazuje rozłączenie po stronie *AbB* i przyłączenia, w znany sposób, sygnału zajętości do *AbA* i rozpoczyna odmierzanie czasu 60 s. Jeżeli stan przerwy wystąpi przed upływem tego czasu lub nastąpi jego przekroczenie, to *MR* nakazuje dokonanie rozłączenia po stronie *AbA*, po czym zwalnia się.

Taki sposób rozłączania pozwala na elastyczne dostosowywanie procedury rozłączania do aktualnych potrzeb centrali lub sieci. Wymaga to wprawdzie zwiększenia liczby rejestrów, lecz ze względu na niski koszt rejestrów systemu E-10 oraz zmniejszenie wyposażenia pozostałych części łącznicy, nie powoduje to zwiększenia kosztów łącznicy.

19.9. Zastosowanie łącznic E-10

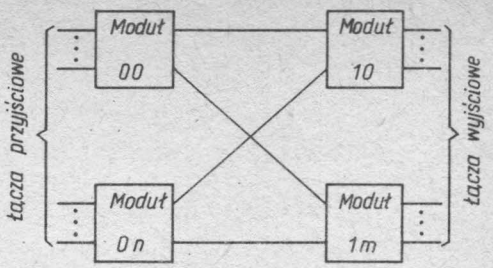
Łącznice systemu E-10 mogą być stosowane w każdej płaszczyźnie sieci, przy czym każdy rodzaj łącznicy zawiera taki sam sprzęt, lecz różne zestawy programów. Wynika to z dużej elastyczności funkcjonalnej sterowania programowanego. Zatem z tego samego sprzętu można budować centrale wiejskie, miejskie różnych rodzajów, międzymiastowe i międzynarodowe. Ze sprzętu E-10 można także budować łącznice kombinowane (tzw. zespolone) międzymiastowo-miejskie lub miejsko-abonenckie lub wielokrotne centrale abonenckie, czasem zwane CENTREX. Jedna taka łącznica zastępuje kilka odrębnych central abonenckich, przy czym abonenci przypuszczają, że są obsługiwani przez odrębne łącznice. Abonenci obsługiwani jakby przez odrębną łącznice stanowią tzw. grupę wspólnych zainteresowań. Taka każda grupa ma swoje awizo, swój numer *PBX* oraz mają własną numerację wewnętrzną. Przy współpracy z siecią publiczną muszą wybrać cyfrę tego kierunku. Takie rozwiązanie jest możliwe dzięki sterowaniu programowanemu oraz możliwości wyróżniania dużej liczby różnych kategorii abonentów.

Te własności stawiają system E-10 w czołówce rozwiązań światowych. System ten jest pierwszym na świecie praktycznym systemem przystosowanym do integracji sieci w zakresie technik.

19.10. Łącznice dużych pojemności

Ze sprzętu systemu E-10 można budować łącznice większych pojemności niż maksymalnie 15 000 NN. Sprzęt centrum komutacyjnego wraz ze sprzętem potrzebnych jednostek przyłączeniowych łącznic o pojemności maksymalnej 64 US nosi nazwę **modułu**. Łącznicę o większej pojemności niż 64 US buduje się z kilku modułów odpowiednio ze sobą połączonych. Taka łącznica jest odpowiednikiem układu wielocentralowego umieszczonego w jednym budynku.

Przykładowy układ takiej łącznicy przedstawiono na rys. 19.9. Moduły znajdujące



Rys. 19.9. Przykładowy układ łącznicy dużej pojemności systemu E-10

się po lewej stronie rys. 19.9 są wyspecjalizowane do obsługi ruchu przychodzącego, podczas gdy moduły po prawej stronie obsługują ruch wychodzący. Układ taki stosuje się najczęściej do łącznic tranzytowych dużych pojemności.

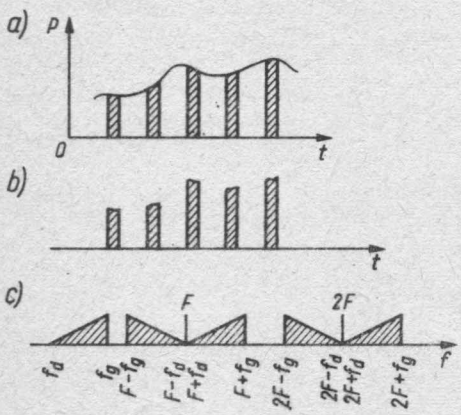
Zestawianie połączeń w łącznicach wielomodułowych jest dokonywane na zasadach współpracy łącznic systemu E-10 ze sobą. Każdy moduł ma bowiem własne sterowanie i nie ma żądanego urządzenia sterującego wspólnego dla wszystkich modułów. Fakt ten uzasadnia traktowanie łącznic o większej pojemności niż 64 US jako układ wielocentralowy skupiony w jednym budynku.

20. System TCK 30/32 telefonii wielokrotnej z modulacją impulsowo-kodową PCM

20.1. Wiadomości ogólne

W rozdz. 18 podano idee prostych i złożonych modulacji impulsowych. Obecnie zostaną dokładniej omówione zasady i urządzenia modulacji impulsowo-kodowej *PCM* oraz polski system TCK 30/32 (telefonia cyfrowo-kodowa o 32 kanałach z 30 kanałami rozmównymi).

Na rys. 20.1 przedstawiono: próbkowanie ciągłego sygnału analogowego (rys. 20.1*a*), ciąg impulsów będących wynikiem modulacji PAM (rys. 20.1*b*) oraz widmo częstotliwości (rys. 20.1*c*) sygnałów z rys. 20.1*b*. W widmie częstotliwości zawarte jest pasmo modulujące. Przeto proces demodulacji sprowadza się do odfiltrowania większych częstotliwości od górnej częstotliwości pasma modulującego. Filtr dolnoprzepustowy jest więc demodulatorem *PAM*. Z rys. 20.1*a*, *b* wynika, że pobieranie próbek ciągłego sygnału analogowego polega na przepuszczaniu, przez czas trwania próbki, tego sygnału analogowego i nie przepuszczaniu go w innych odcinkach czasu. Najprostszym więc modulatorem *PAM* jest bramka typu I (AND), w której do jednego wejścia jest doprowadzony sygnał modulujący (próbkowany), a do drugiego wejścia — ciąg impulsów sterujących otwierających bramkę, na czas pobierania próbki i zamykających ją, na pozostały odcinek czasu. Z rys. 20.1 wynika także, że modulacja *PAM* wprowadza istotne tłumienie i to tym większe, im krótszy jest czas trwania pobierania próbki. Zachodzi więc konieczność skompensowania tego tłumienia. W rozwiązaniach jednotorowych opartych na modulacji *PAM* stosuje się w tym celu tzw. rezonansowy przelew energii. W rozwiązaniach dwutorowych zaś stosuje się wzmacniacze. Systemy *PCM* są, z natury swej, dwutorowe, więc w ich rozwiązaniach stosuje się wzmacniacze.



Rys. 20.1. Modulacja *PAM*: *a*) próbkowanie sygnału analogowego; *b*) sygnał zmodulowany; *c*) widmo częstotliwości sygnału z *b*)

W porozumieniu międzynarodowym (CCITT) ustalono okres próbkowania równy 125 μs, zwany **ramką**. W celu utworzenia wielu kanałów należy ramkę podzielić na tyle równych części, ile ma być kanałów w systemie. Liczba kanałów zależy od

częstotliwości granicznej elementów elektronowych użytych w systemie oraz od przewidywanego zakresu stosowania systemu w sieci telefonicznej. Obecnie, najczęściej stosowane są systemy o $n = 24$ i $n = 32$ kanałach. Odcinek czasu wynikający z podziału ramki na n części nosi nazwę **szczeliny czasowej kanałowej** (w skrócie **szczeliny kanałowej**). Szczelina kanałowa dla $n = 24$ wynosi 5,2 μs, a dla $n = 32$ wynosi 3,9 μs. Energia przenoszona w próbce stanowi w pierwszym przybliżeniu $1/n$ część energii sygnału modulującego.

Jeżeli łącze z ciągłym sygnałem analogowym jest jednotorowe, to należy rozdzielić go na dwa tory, po jednym dla każdego kierunku transmisji. Rozgałęzienia można dokonać bądź przed bądź za modulatorem *PAM*. Najczęściej stosowane jest rozgałęzienie przed modulatorem *PAM*. Jest to zwykły rozgałęźnik. W celu skompensowania tłumienia wprowadzanego przez próbkowanie oraz tłumienia wprowadzanego przez łącze, w każdej gałęzi rozgałęźnika wprowadza się filtr dolnoprzepustowy i wzmacniacz.

W celu umożliwienia przesyłania sygnałów dyskretnych przez tor kablowy, należy zamienić amplitudy próbek na numery ustalonych poziomów. W tym celu cały statystyczny zakres poziomów mowy dzieli się na pewną liczbę części, tworząc w ten sposób skończony zbiór poziomów ustalonych, którym przyporządkowuje się numery kolejne. Zamiana sygnału *PAM* na numer poziomu ustalonego sprowadza się do porównania amplitudy sygnału *PAM* ze zbiorem poziomów ustalonych i wybrania jednego o wartości najbliższej amplitudzie sygnału *PAM* wg następującej zasady: jeżeli amplituda sygnału *PAM* jest równa jednemu z poziomów ustalonych, to przyporządkowuje się jej numer tego poziomu; jeżeli amplituda sygnału *PAM* jest mniejsza lub równa połowie odstępu między sąsiednimi poziomami ustalonymi, to przyporządkowuje się jej numer poziomu niższego, w przeciwnym przypadku — numer poziomu wyższego. Ta zamiana jest więc dokonywana z przybliżeniem równym połowie odstępu między sąsiednimi poziomami.

Zamiana amplitudy sygnału *PAM* na numer poziomu ustalonego nosi nazwę **kwantowania (lub kwantyzacji)**. Poziomy ustalone zaś nazywa się **stopniami kwantowania (kwantyzacji)**.

Od liczby stopni kwantowania zależy dokładność odtworzenia ciągłego sygnału analogowego po stronie odbiorczej. Jeżeli stopnie kwantowania są sobie równe w całym zakresie amplitud, to jest to kwantowanie liniowe (**linearne**). Wymaga ono, jednak do zachowania żądanej wierności odtwarzania, zastosowania ponad 1000 stopni kwantowania. W urządzeniach techniki dyskretnej (cyfrowej) stosowane są dwustanowe elementy elektronowe. Zatem numery stopni kwantowania są zapisywane w systemie dwójkowym (binarnym). Do zanotowania 1000 stopni w zapisie binarnym trzeba użyć liczb dwójkowych dziesięciocyfrowych, tzn. każdemu stopniowi należy przyporządkować słowo o długości 10 bitów, gdyż $2^{10} = 1024$. Taka duża liczba stopni przy kwantowaniu liniowym wynika z konieczności zachowania żądanej wierności odtwarzania sygnałów o małym poziomie. Sygnały o dużym poziomie będą, w tym przypadku, odtwarzane ze znacznie większą dokładnością, co można uznać za zbędne. Spostrzeżenie to prowadzi do wniosku zastosowania kwantowania nieliniowego (**nielinearnego**), w którym dla sygnałów słabych ustala się stopnie mniejsze, a dla sygnałów

mocniejszych stopnie większe. Zastosowanie kwantowania nieliniowego pozwala na ograniczenie liczby stopni kwantowania do 256, a nawet 128. Oznacza to, że liczby binarne numerów stopni będą odpowiednio 8- i 7-bitowe.

Proces nadawania kwantowaniu charakterystyki nieliniowej nosi nazwę **kompandorowania**, a urządzenie realizujące tę funkcję nazywa się **kompandorem**. Składa się ono z **kompresora** umieszczonego w torze nadawczym i **ekspandora** umieszczonego w torze odbiorczym. Ekspandor spełnia funkcję odwrotną do kompresora, a więc ma charakterystykę dokładnie odwrotną do kompresora. Funkcje kompandorowania mogą być wykonywane przez odrębne urządzenia jednofunkcyjne lub urządzenia wielofunkcyjne, jako jedna z ich funkcji.

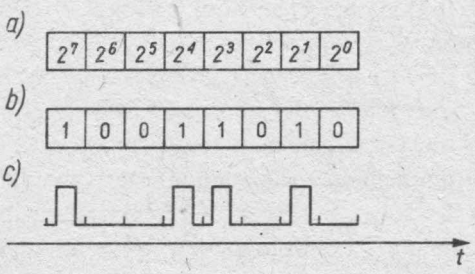
Numer stopnia kwantowania jest wysyłany w tor telekomunikacyjny prowadzący do odległego odbiornika. Numer ten w zapisie binarnym jest przedstawiany za pomocą liczb binarnych o stałej długości 8 lub 7 cyfr dwójkowych, lub inaczej mówiąc, miejsc binarnych. Liczba taka tworzy słowo. W celu zwiększenia wykorzystania torów, dla każdego kierunku transmisji przeznaczony jest tylko jeden tor. Przeto słowo zawierające numer binarny stopnia kwantowania musi być wysyłane w tor w sposób szeregowy, bit po bicie (cyfra po cyfrze). Wybranie stopnia kwantowania właściwego względem danej próbki jest dokonywane stopniowo metodą kolejnych przybliżeń. Dokonuje się tego przez wyznaczenie jednego określonego stopnia, z którym porównuje się amplitudę próbki, co pozwala stwierdzić czy amplituda ta jest większa, mniejsza lub równa. Najszybciej określi się właściwy stopień kwantowania, jeśli do porównania będzie wyznaczać się kolejno stopnie wydzielające podzbiór stopni, w którym mieści się stopień właściwy dla amplitudy próbki.

Gdy przystępuje się do wyznaczenia stopnia, nieznana jest amplituda próbki, tzn. nie wiadomo w jakim podzbiorze stopni znajduje się stopień właściwy. Dlatego cały zbiór poziomów dzieli się na dwie części, jedną obejmującą stopnie dodatnie i drugą — stopnie ujemne. Pozwoli to na określenie znaku próbki. Następnie wyznacza się stopień dzielący podzbiór stopni, np. dodatnich, na dwa podzbiory: jeden obejmujący stopnie większe od połowy i drugi obejmujący stopnie mniejsze od połowy podzbioru wyznaczonego określeniem znaku próbki. Następnie wyznacza się poziom dzielący wyznaczony podzbiór na dwie części itd. Za każdym porównaniem otrzymuje się informację czy amplituda próbki jest większa lub mniejsza od wyznaczonego stopnia kwantowania. Proces jest kontynuowany aż do chwili podania stopnia, który dzieli otrzymany ostatnio podzbiór na dwa podzbiory zawierające tylko po jednym stopniu. Wyznaczenie jednego z tych stopni kończy proces wyznaczenia numeru binarnego stopnia kwantowania właściwego dla danej amplitudy próbki.

W wyniku porównywania, jeżeli amplituda próbki jest większa od wyznaczonego stopnia kwantowania, to cyfrze binarnej nadaje się wartość 1, a w przypadku przeciwnym, wartość 0. Ponieważ przy pierwszym porównaniu wyznacza się stopień dzielący cały zbiór stopni na dwie części, więc cyfra binarna wytworzona w ten sposób jest najbardziej znacząca w liczbie binarnej i musi być umieszczona na pierwszym miejscu z lewej strony numeru binarnego. Cyfra wytworzona przy ostatnim porównaniu jest więc najmniej znacząca i zostaje umieszczona na ostatnim miejscu z prawej strony numeru binarnego. Zamiana cyfry na sygnał elektryczny polega na przyporządkowa-

niu każdej wartości cyfry innego sygnału elektrycznego. Wartości 1 cyfry binarnej przyporządkowuje się zwykle sygnał w postaci impulsu, a wartości 0 brak impulsu. W celu zapewnienia właściwego odczytania liczby binarnej z sygnału elektrycznego należy wyznaczyć tyle odcinków czasu, ile jest bitów w słowie (w liczbie) i każdemu miejscu przyporządkować wagę, która w zapisie binarnym jest odpowiednią potęgą cyfry 2. I tak w liczbie binarnej 8-cyfrowej miejsce z lewej strony ma wagę 2^7, kolejne miejsce w kierunku prawego krańca słowa mają wagi o malejącym wykładniku potęgi, wreszcie ostatnie z prawej strony miejsce ma wagę 2^0.

W systemie *PCM* każdy kanał jest szczeliną czasową o długości 125 μs/*n*. W każdej szczelinie należy umieścić 8 cyfr numeru stopnia kwantowania. Zatem szczelinę kanałową dzieli się na 8 cyfr numeru stopnia kwantowania, tzw. szczelin bitowych, z których każda odpowiada innej cyfrze numeru binarnego. Długość szczeliny bitowej wynosi więc 125 μs/8 *n*. Ponieważ słowo zawierające numer stopnia musi być nadawane szeregowo, więc przyjęto nadawanie zgodnie z kolejnością wyznaczania stopni kwantowania do porównywania. Pierwsza więc szczelina bitowa nadawanego słowa ma wagę największą, tzn. 2^7, a ostatnia najmniejszą, tzn. 2^0. Na rys. 20.2*a* przedstawiono strukturę słowa 8-bitowego, z podaniem wag każdej cyfry. Na rys. 20.2*b* przedstawiono słowo *PCM* z przykładową liczbą binarną, a na rys. 20.2*c* — odpowiadający jej ciąg impulsów.



Rys. 20.2. Słowo *PCM*: *a*) struktura słowa z zaznaczeniem wag poszczególnych bitów; *b*) przykładowe słowo *PCM*; *c*) ciąg impulsów odpowiadający słowu z *b*)

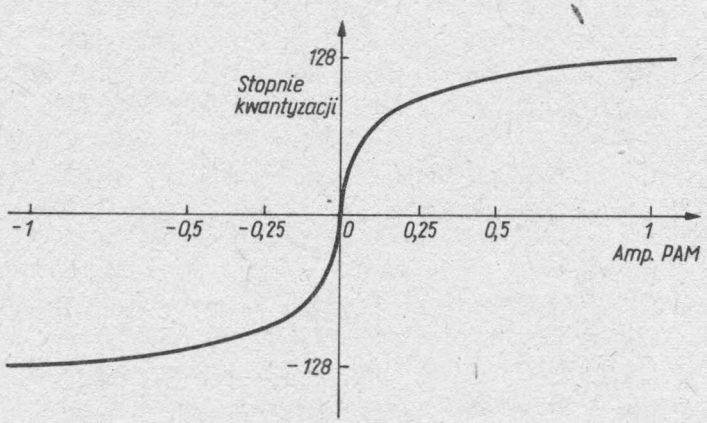
Proces ustalania stopnia kwantyzacji i wytwarzania ciągu sygnałów elektrycznych mu odpowiadających, właściwych dla danej amplitudy próbki *PAM* nosi nazwę **kodowania**, a urządzenie wykonujące tę funkcję — **kodera**. Procesem odwrotnym jest **dekodowanie**. Urządzenie wykonujące tę funkcję nosi nazwę **dekodera**.

Istnieją trzy podstawowe zasady kompandorowania: za pomocą kompandorowania momentalnego, cyfrowego oraz nieliniowego. W pierwszym sposobie istnieje tzw. kompresor momentalny oddziałujący na sygnał *PAM*, bardziej wzmacniający sygnały o małych amplitudach i mniej o dużych amplitudach. Taki kompresor jest włączany przed koderem, który może mieć jednakowe stopnie kwantowania, tzn. być tzw. koderem liniowym. Po stronie odbiorczej istnieje dekoder liniowy, za którym włączony jest ekspandor momentalny.

Drugi sposób polega na zakodowaniu próbki przez koder liniowy i dokonaniu zamiany otrzymanego numeru przez kompresor cyfrowy na taki numer, jaki powstałby dla danej próbki w sposobie pierwszym. Zatem kompresor cyfrowy, włączony za koderem liniowym, dokonuje kompresji amplitudy próbki zgodnie z żądaną charakterystyką. Po stronie odbiorczej odebrany numer jest doprowadzony do ekspandora cyfrowego, za którym znajduje się dekoder liniowy.

Trzeci sposób polega na takim kodowaniu amplitudy próbki, w wyniku którego otrzymuje od razu numery binarne takie jak w pierwszym. Zatem koder wykonuje tu funkcje kompresora i kodera łącznie. Po stronie odbiorczej znajduje się dekoder spełniający jednocześnie funkcje kodera i ekspandora.

Najprościej technicznie realizuje się sposób drugi i trzeci. W sposobach tych wielkość stopnia kwantyzacji narzucają amplitudy najmniejsze, a więc liczba stopni jest bardzo duża i zwykle wynosi 2048. Ponadto w sposobie drugim konieczne jest zwiększenie szybkości pracy kodera i kompresora (dekodera i ekspandora) cyfrowego, gdyż w szczelinie kanałowej należy dokonać więcej porównań oraz przekodować otrzymany numer stopnia. Wady tej nie ma sposób trzeci i dlatego sposób ten jest częściej stosowany.

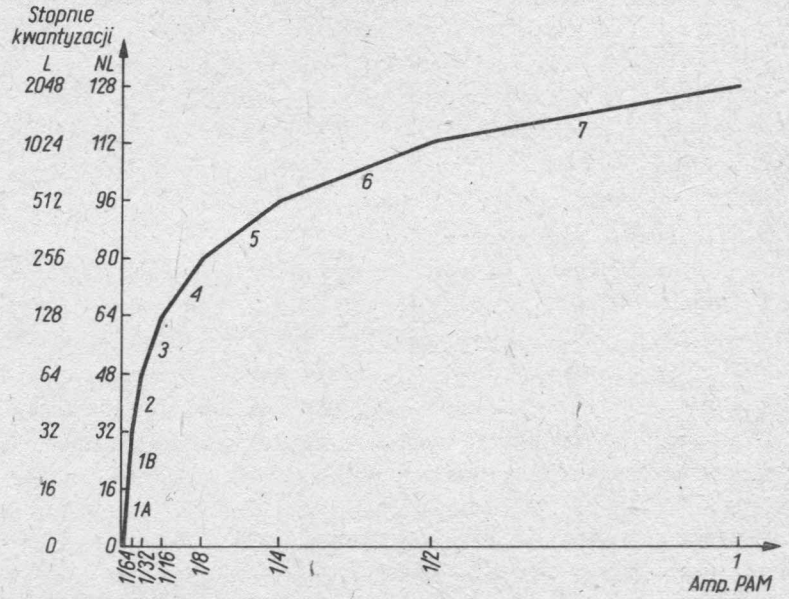


Rys. 20.3. Krzywa kompandorowania dla prawa A

Międzynarodowe normy (CCITT) przewidują dla systemów *PCM* na całym świecie, dwie charakterystyki kompandorowania: jedną wg tzw. prawa $A = 87{,}6$ oraz drugą wg tzw. prawa $\mu = 225$. Na rys. 20.3 przedstawiono kształt krzywej kompandorowania dla prawa A. Krzywa dla prawa μ jest bardzo zbliżona. Wytwarzanie wielu urządzeń, które zawsze miałyby charakterystyki takie same i zgodne z ustalonym prawem jest technicznie trudne. Dlatego przyjęto posługiwać się charakterystyką stanowiącą przybliżenie do charakterystyki teoretycznej. Całą krzywą dla prawa A podzielono na 13 prostoliniowych odcinków zwanych segmentami. Początek i koniec każdego segmentu leży na krzywej teoretycznej. Segment środkowy jest czterokrotnie większy od odcinków pozostałych. Ponieważ charakterystyka ta jest symetryczna względem początku układu, więc można rozpatrywać tylko jedną jej połówkę, np. dla sygnałów dodatnich. Taką połówkę przybliżonej charakterystyki przedstawiono na rys. 20.4.

Rzut każdego segmentu, oprócz pierwszego, na oś y ma taką samą długość, podczas gdy rzut każdego segmentu na osi x jest dwa razy dłuższy od rzutu segmentu poprzedniego. Segment *1* na rys. 20.4 jest dwa razy większy od segmentów pozostałych. Każdy segment jest podzielony na 16 stopni kwantyzacji, a pierwszy — na 32 stopnie. Zatem wszystkich stopni w połówce charakterystyki jest 128 (kolumna *NL* —

nieliniowa — na rys. 20.4). W każdym segmencie rzuty odstępów międzystopniowych na oś y i x są takie same, z tym że ich rzuty na oś x są dwa razy większe od analogicznych rzutów segmentu poprzedniego. Jeżeli np. w segmencie j różnica dwóch sąsiednich stopni przerzutowanych z osi y na oś x dawała skok amplitud PAM równy Δ, to w segmencie $j+1$ daje skok amplitud równy 2Δ. Zatem, z punktu widzenia amplitud PAM, w każdym segmencie stopnie kwantowania są sobie równe i dwa razy większe od stopni segmentu poprzedniego. Dlatego na osi x (amplitudy PAM) nie podano wartości bezwzględnych, a wartości będące mnożnikami wartości maksymalnej amplitudy. Segment 7 pokrywa zakres od 0,5 do 1 wartości maksymalnej, tzn. wszystkie amplitudy, których wartości są większe od połowy maksymalnej amplitudy jaka może wystąpić w sygnale analogowym.



Rys. 20.4. Dodatnia połówka krzywej kompandorowania dla prawa A

Jak widać z rys. 20.1 amplituda próbki zmienia się w czasie jej trwania, co utrudnia rozwiązanie kodera. W związku z tym próbka, przed kodowaniem, zostaje wprowadzona do magazynu będącego kondensatorem, który utrzymuje stałą wartość amplitudy przez cały czas trwania kodowania, tzn. przez czas szczeliny kanałowej. Sygnał z kondensatora jest podawany, przez wzmacniacze prądowe, do sumatora prądów. Na drugie wejście sumatora jest podawany prąd z zestawu źródeł prądowych. Każde źródło prądowe wytwarza prąd o wartości 2 razy większej od poprzedniej. Jeżeli źródło pierwsze daje prąd jednostkowy oznaczony 1, to drugie źródło daje prąd równy 2 (podwojonej wartości prądu jednostkowego), trzecie daje prąd równy 4 itd. Źródła te są włączane w różnych ich kombinacjach, tak że otrzymuje się różne wartości prądu płynącego do sumatora, przy czym najmniejsza różnica wartości tego prądu jest równa wartości jednostkowej. Ponieważ liczba stopni kwantyzacji jest potęgą cyfry 2, więc liczba źródeł jest równa takiemu wykładnikowi potęgi, aby otrzymać liczbę stopni. Przy 128 stopniach liczba źródeł wynosi 7.

Proces kodowania przebiega w kilku krokach (etapach) zgodnie z zasadą dzielenia zbioru stopni kwantowania na dwa podzbiory o takiej samej liczbie stopni każdy. W pierwszym kroku następuje określenie znaku próbki, tzn. podzielenie całego zbioru stopni kwantowania na dwa podzbiory po 128 poziomów każdy. Jeżeli znak jest dodatni, to pierwszej cyfrze nadaje się wartość 1, a źródła są przestawiane na wytwarzanie prądów ujemnych. Następnie włączane jest źródło dające prąd o wadze 2^6, tzn. odpowiadające stopniowi 64. Prąd z tego źródła podawany, ze znakiem przeciwnym do amplitudy *PAM*, do sumatora, gdzie jest sumowany z prądem z kondensatora magazynującego. Jeżeli wynik jest dodatni, tzn. że amplituda próbki jest większa od prądu przyłączonego źródła, to układ logiczny sterujący włączaniem źródeł pozostawi to źródło włączone do końca procesu kodowania. Jednocześnie układ ten nada kolejnej cyfrze numeru stopnia kwantyzacji wartość 1. Teraz układ logiczny włączy źródło o wadze 2^5, którego prąd dodany do prądu źródła 64 da prąd odpowiadający stopniowi 96. Następuje, tak jak i poprzednio, sumowanie tak otrzymanego prądu z prądem z kondensatora. Jeżeli wynik jest dodatni, to źródło pozostaje włączone i następnej cyfrze zostaje nadana wartość 1. Jeżeli wynik jest ujemny, to źródło zostaje wyłączone, a cyfrze zostaje nadana wartość 0. Proces dalej przebiega identycznie, aż do nadania wszystkich cyfrom właściwych wartości.

Opisany sposób kodowania stanowi ideę tego procesu, stosowaną we wszystkich sposobach kompandorowania. Podany sposób dotyczy kodowania liniowego, tzn. gdy charakterystyka kompandorowania jest linią prostą. Przy takiej liczbie źródeł nie można zakodowywać próbek zgodnie z krzywą kompandorowania z rys. 20.4. Zgodnie z opisaną ideą, kodowania nieliniowego można dokonać stosując większą liczbę źródeł. Liczbę źródeł można obliczyć wychodząc z zasady, że w segmencie o wyższym numerze stopnie kwantowania są dwa razy większe niż w sąsiednim segmencie o numerze mniejszym. W segmencie *1* istnieją 32 stopnie o wielkości jednostkowej. Do ich zakodowania potrzeba pięciu źródeł o wagach 2^0, 2^1, 2^2, 2^3 i 2^4. W segmencie *2* istnieje 15 stopni dwa razy większych niż w segmencie *1*, tzn. 32 stopni jednostkowych. Liczba stopni jednostkowych w obydwóch segmentach wynosi 64. Do ich zakodowania potrzebne jest jeszcze jedno źródło o wadze 2^5. W trzech pierwszych segmentach istnieje 128 stopni jednostkowych, co wymaga następnego źródła o wadze 2^6. Wreszcie w całym zakresie jednej połówki istnieje 2048 stopni jednostkowych, przy czym w segmencie *7*, jeden jego stopień zawiera 64 stopnie jednostkowe. Do zakodowania liniowego wszystkich amplitud próbek trzeba dysponować nie 7 źródłami prądowymi, lecz 11 o wagach od 2^0 do 2^{10}. Na rys. 20.4 te jednostkowe stopnie kodowania liniowego podano w kolumnie oznaczonej literą *L*. Dołączając znak próbki, numer stopnia kwantowania przy kodowaniu liniowym dla kompresji nieliniowej ma 12 cyfr dwójkowych.

Ośmiobitowe słowo kodowe próbki *PAM* przy nieliniowej kompresji można podzielić na trzy zasadnicze części: pierwsza, zawierająca bit oznaczony *S* najbardziej znaczący (o wadze 2^7), określa znak próbki, druga, zawierająca trzy następne bity, oznaczone *ABC*, określa numer segmentu, traktując pierwszy jako dwa segmenty o takich samych 16 stopniach kwantyzacji, oznaczonych *1A* i *1B*, oraz trzecia, zawierająca 4 ostatnie bity, oznaczone *WXYZ*, określająca numer stopnia w segmencie. Numer

segmentu wyznacza źródło bazowe tego segmentu, tzn. źródło dające prąd o wartości najmniejszej dla tego segmentu. I tak segment *1A* nie ma żadnego źródła bazowego, segment *1B* ma źródło bazowe o wadze 2^4, segment 2 — źródło 2^5, segment 3 —źródło 2^6 itd. aż do segmentu 7 mającego źródło bazowe o wadze 2^{10}. Dzięki temu dekoder otrzymując 4 pierwsze bity wie jakie musi włączyć źródło bazowe i jaki ma nadać znak. Następne bity określają jeden z 16 stopni kwantowania w ramach danego segmentu.

Przy kodowaniu liniowym z 11 źródłami prądowymi i 12-bitowym słowem należy określić sposób przejścia ze słowa 12-bitowego na 8-bitowe i z charakterystyki liniowej na nieliniową kompadorowania. Łatwo zauważyć, że w słowie 12-bitowym, każde źródło bazowe jest określone liczbą zer pomiędzy bitem *S* i pierwszą jedynką. Ponieważ stopnie kwantowania w segmencie *2* są dwa razy większe niż w segmencie *1*, a przy kodowaniu liniowym wszystkie stopnie są sobie równe, więc w segmencie *2* kodowanie jest dwa razy dokładniejsze od wymaganego. W związku z tym ostatni bit słowa 12-bitowego może być pominięty. Z tych samych względów dla segmentu *3* pomija się dwa ostatnie bity itd. aż do segmentu *7*, w którym pomija się 6 ostatnich bitów. Pozostałe bity, za pierwszą 1 po bicie *S*, określają numer stopnia kwantowania przy charakterystyce nieliniowej dla prawa *A*, tj. bity *WXYZ*. Zatem przekodowanie słowa 12-bitowego w 8-bitowe jest proste i dokonywane zgodnie z tab. 20.1. Takiego przekodowania dokonuje kompresor cyfrowy.

Tabela 20.1

Przekodowanie słowa 12-bitowego na 8-bitowe

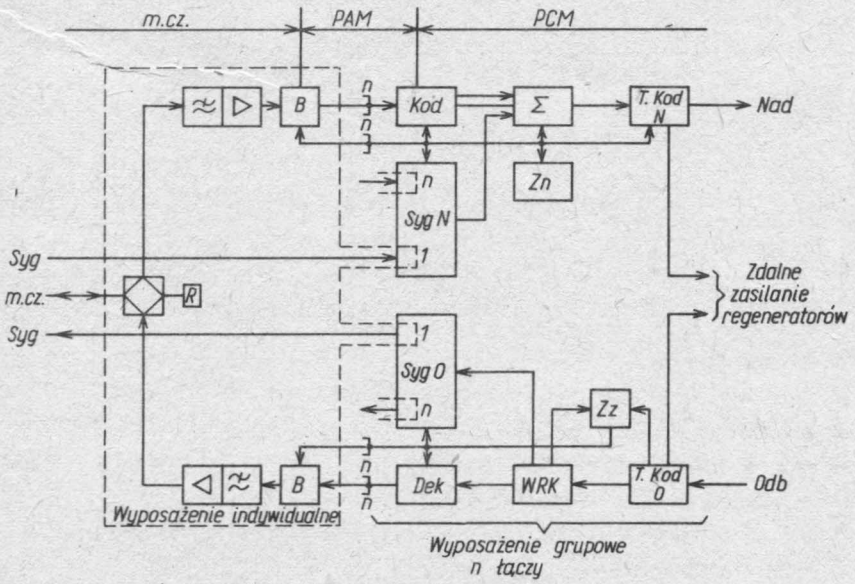
Segment	Słowo 12-bitowe												Słowo 8-bitowe							
													S	*A*	*B*	*C*	*W*	*X*	*Y*	*Z*
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1A	*S*	0	0	0	0	0	0	0	*W*	*X*	*Y*	*Z*	*S*	0	0	0	*W*	*X*	*Y*	*Z*
1B	*S*	0	0	0	0	0	0	1	*W*	*X*	*Y*	*Z*	*S*	0	0	1	*W*	*X*	*Y*	*Z*
2	*S*	0	0	0	0	0	1	*W*	*X*	*Y*	*Z*	—	*S*	0	1	0	*W*	*X*	*Y*	*Z*
3	*S*	0	0	0	0	1	*W*	*X*	*Y*	*Z*	—	—	*S*	0	1	1	*W*	*X*	*Y*	*Z*
4	*S*	0	0	0	1	*W*	*X*	*Y*	*Z*	—	—	—	*S*	1	0	0	*W*	*X*	*Y*	*Z*
5	*S*	0	0	1	*W*	*X*	*Y*	*Z*	—	—	—	—	*S*	1	0	1	*W*	*X*	*Y*	*Z*
6	*S*	0	1	*W*	*X*	*Y*	*Z*	—	—	—	—	—	*S*	1	1	0	*W*	*X*	*Y*	*Z*
7	*S*	1	*W*	*X*	*Y*	*Z*	—	—	—	—	—	—	*S*	1	1	1	*W*	*X*	*Y*	*Z*

Znając właściwości krzywej kompresora można od razu, w koderze, dokonać kodowania nieliniowego zgodnie z charakterystyką z rys. 20.4. Wyznaczenie segmentu jest równoznaczne z określeniem źródła bazowego oraz wielkości stopni kwantowania w tym segmencie. Zatem koder może wyznaczyć źródła prądowe, których kombinacje będą dawały stopnie wymaganych wielkości. Koder zmieniając wielkości stopni kwantowania koduje wg zasad kodowania liniowego.

Otrzymywane z kodera impulsy są jednokierunkowe (unipolarne). Wysyłanie takich impulsów w tor telekomunikacyjny nie jest wskazane, ze względu na znaczną wartość składowej stałej, zależnej od liczby jedynek — następujących po sobie. W celu zlikwidowania tego zjawiska zamienia się w układzie wyjściowym impulsy **unipolarne**

na **bipolarne**, w ten sposób, że jeżeli wysłano jeden impuls dodatni, to następny, odpowiadający cyfrze 1, wyśle się impuls ujemny i na odwrót. Jest to tzw. kod AMI.

Omówione urządzenia tworzą podstawową część wyposażenia tzw. **krotnicy** *PCM*; części związanej z tworzeniem kanałów rozmównych *PCM* i kodowaniem sygnałów rozmowy. Pozostała część wyposażenia krotnicy związana jest z przesyłaniem sygnałów sygnalizacji komutacyjnej oraz nadaniem właściwego rytmu jej pracy. Na rys. 20.5 przedstawiono ogólny schemat blokowy krotnicy *PCM*.



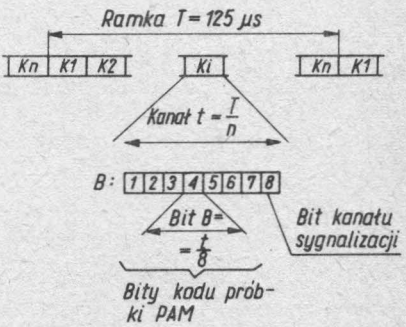
Rys. 20.5. Schemat blokowy krotnicy *PCM*

Łącze małej częstotliwości (m.cz.) jest zakończone w krotnicy rozgałęźnikiem z równoważnikiem *R*. W torze nadawczym włączony jest filtr dolnoprzepustowy ze wzmacniaczem, którego wyjście jest przyłączone do bramki *B*, będącej modulatorem *PAM*. W tym miejscu kończy się wyposażenie indywidualne łącza. Wyjścia bramek *B* wszystkich łączy, w liczbie równej liczbie kanałów, są zwielokrotnione i przyłączone do kodera, zawierającego kompresor. Wyjście kodera jest przyłączone do układu Σ kompilującego kanały rozmówne ze związanymi z nimi kanałami sygnalizacyjnymi. Kanały sygnalizacyjne wszystkich kanałów rozmównych są przyłączone do zespołu *Syg N*, gdzie są one przetwarzane na odpowiednie sygnały w systemie *PCM*. Wyjście tego zespołu jest przyłączone do zespołu Σ. Wreszcie ostatni zespół *T.kod N* toru nadawczego *Nad* zamienia sygnały unipolarne na sygnały liniowe. Z innego wyjścia zespołu przesyłane jest zdalne zasilanie regeneratorów traktu *PCM*. Rytm pracy toru nadawczego nadaje generator kwarcowy, tzw. zegar, wytwarzający ciągi impulsów potrzebne każdemu z zespołów do jego właściwej pracy. Jest to zegar niezależny *Zn*.

W torze odbiorczym występują kolejno: transkoder odbiorczy *T.Kod O* mający funkcję odwrotną do T. Kod *N*, zespół *WRK* wydzielający ramki, kanały rozmówne i sygnalizacyjne i dekoder *Dek*. W tym miejscu kończy się wyposażenie wspólne toru

odbiorczego. Za dekoderem znajdują się bramki rozmówne *B* łączy, spełniające tu rolę jedynie „zestyku" przyłączającego. Wyjście bramki *B* jest przyłączone do filtru dolnoprzepustowego ze wzmacniaczem, którego wyjście jest przyłączone do rozgałęźnika. Rytm pracy toru odbiorczego musi być zgodny z rytmem pracy toru nadawczego odległej krotnicy. Dlatego rytm pracy toru odbiorczego jest wymuszany przez zegar zależny *Zz*, który ustala swoją częstotliwość i fazę z ciągu impulsów przychodzących z traktu *PCM*. Dlatego ciąg impulsów z trankodera *T.Kod O* jest doprowadzony także do *Zz*. W tym samym celu istnieje połączenie zespołu *WRK* z *Zz*, dzięki czemu *Zz* może skorygować swoją fazę. Tak zsynchronizowany zegar *Zz* może teraz sterować pracą wszystkich zespołów toru odbiorczego. Zespół *Syg O* odbiera informacje sygnalizacyjne, zamienia je na właściwe sygnały elektryczne sygnalizacji, jaka jest stosowana w łączach m.cz. i wysyła je w te łącza.

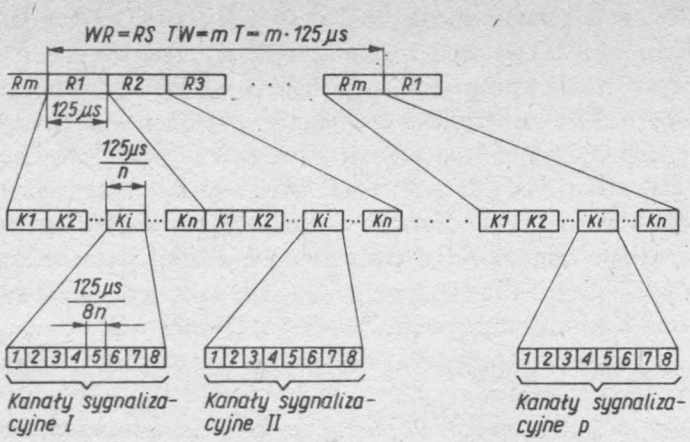
Kanały sygnalizacyjne muszą być związane z kanałami rozmównymi, które obsługują. Takie skojarzenia można uzyskać bądź przez tworzenie kanału sygnalizacyjnego w kanale rozmównym, bądź przez zajęcie jednego z kanałów *PCM* do celów sygnalizacji i przyporządkowywanie go kolejno poszczególnym kanałom rozmównym. W pierwszym sposobie należy zająć do celów sygnalizacji co najmniej jeden bit w słowie, co prowadzi bądź do zwiększenia długości słowa, powyżej 8 bitów, czego konsekwencją jest zwiększenie zajmowanego pasma i jest sprzeczne z ustaleniami międzynarodowymi, bądź do zmniejszenia długości numeru binarnego stopnia kwantowania i tym samym zmniejszeniu liczby stopni kwantowania i pogorszenia jakości transmisji. W systemach amerykańskich, japońskich i niektórych europejskich kanał sygnalizacyjny jest tworzony z jednego bitu słowa 8 bitowego. Ilustruje to przykładowo rys. 20.6.



Rys. 20.6. Struktura ramki systemu *PCM* z kanałem sygnalizacyjnym utworzonym z jednego bitu słowa *PCM*

Zajęcie jednego kanału *PCM* do tworzenia kanałów sygnalizacyjnych stwarza konieczność wprowadzenia tzw. wieloramki. Jeden kanał zawiera 8 bitów, więc przyporządkowując jeden bit jednemu kanałowi rozmównemu, kanał taki mógłby obsłużyć tylko 8 kanałów rozmównych. W systemie *PCM* kanałów rozmównych jest zwykle więcej. Zatem, za każdym wystąpieniem (co 125 μs) kanału *PCM* przeznaczonego do sygnalizacji jego bity przyporządkowuje się innemu podzbiorowi kanałów rozmównych. Po przyporządkowaniu kanału sygnalizacyjnego ostatniemu kanałowi rozmównemu, w następnym jego wystąpieniu przyporządkowuje się go pierwszemu podzbiorowi kanałów rozmównych. W ten sposób powstaje ramka sygnalizacyjna, składająca się z określonej liczby ramek *R* kanałów *PCM* (rys. 20.7). Taka ramka sygnalizacyjna nosi również nazwę **wieloramki** *WR*. Długość wieloramki zależy od liczby kanałów rozmównych i liczby kanałów sygnalizacyjnych obsługujących jeden kanał rozmówny.

Przy współpracy dwóch central ze sobą zależy czasem na przesłaniu wielu różnych informacji zarówno w przód jak i wstecz zestawianego połączenia. W systemach



Rys. 20.7. Struktura wieloramki i ramki systemu *PCM* z wyodrębnionym słowem *PCM* przeznaczonym do tworzenia kanałów sygnalizacyjnych

analogowych można utworzyć tylko jeden kanał sygnalizacyjny. Aby w jednym kanale przesłać wiele informacji trzeba wprowadzić wiele sygnałów oraz skomplikować translacje sterujące wysyłaniem sygnałów. Wprowadzenie np. dwóch kanałów sygnalizacyjnych w każdym kierunku znakomicie upraszcza translacje czyniąc je znacznie tańszymi, a utworzenie dodatkowego kanału w systemie *PCM* nie jest ani skomplikowane, ani kosztowne. Dlatego również w rozwiązaniach poprzednich, z rys. 20.6, stosuje się np. dwa kanały sygnalizacyjne przez wprowadzenie wieloramki obejmującej, w tym przypadku dwie ramki. W jednej ramce bit sygnalizacyjny tworzy jeden kanał sygnalizacyjny, a w drugiej — drugi. W systemie z rys. 20.7 odpowiednią liczbę kanałów sygnalizacyjnych oraz ich pojemność informacyjną tworzy się przez przyporządkowanie większej liczby bitów słowa 8-bitowego kanału *PCM* sygnalizacji poszczególnym kanałom rozmównym *PCM*. Ta większa niż 1 liczba bitów może być wykorzystywana do tworzenia odrębnych kanałów sygnalizacyjnych obsługujących dany kanał rozmówny lub do zwiększenia pojemności informacyjnej, gdyż każdej kombinacji wartości tych bitów można przyporządkować odrębną informację, co z uwzględnieniem sekwencji sygnałów jest równoważne zwiększeniu liczby kanałów sygnalizacyjnych.

Tworzenie kanałów sygnalizacyjnych zgodnie z podanymi zasadami zmniejsza częstotliwość próbkowania sygnałów sygnalizacji, lecz jest to dopuszczalne, gdyż częstotliwości tych sygnałów są bardzo małe. Najczęściej są to sygnały prądu stałego, których czas trwania jest dość długi. Zmniejszenie częstotliwości próbkowania nie spowoduje więc ani utraty informacji, ani jej przekłamania.

Z przedstawionych idei wynika, że krotnica, a właściwie jej zegar, wyznacza początki i końce wieloramki, ramek, kanałów i bitów, zaś wartości bitów są wprowadzane przez koder, w kanałach rozmównych i zespół *Syg N* w kanale sygnalizacji. Zatem zespół *Syg N* musi w odpowiedniej chwili doprowadzić sygnał określonego kanału sygnalizacyjnego analogowego do swojego wyjścia, a zespół Σ musi wprowadzić wartość bitów we właściwe miejsce generowanego ciągu impulsów. W torze odbiorczym funkcje odwrotne wykonują odpowiednio zespoły *WRK* i *Syg 0*.

Dwie oddalone od siebie krotnice *PCM*, lecz połączone torami telekomunikacyj-

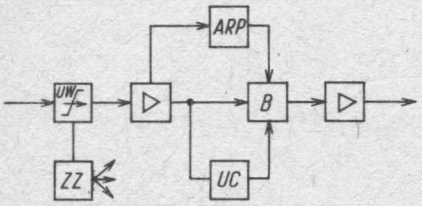
nymi, tworzą wraz z torami, tzw. *zestrój PCM*. Dwa tory telekomunikacyjne, po jednym dla każdego kierunku transmisji wraz z ich wyposażeniem tworzą tzw. **trakt** *PCM*. Aby zestrój *PCM* mógł pracować poprawnie odbiorniki krotnic muszą pracować synchronicznie z odpowiadającymi im nadajnikami. Synchroniczna praca odbiornika z nadajnikiem polega na utrzymaniu częstotliwości zegara odbiornika dokładnie takiej samej jak zegara nadajnika. Ponadto chwile wyznaczania początków (i tym samym końców) wieloramek, ramek, kanałów i bitów w odbiorniku muszą być identyczne z chwilami docierania do odbiornika tych początków wyznaczonych przez zegar nadajnika. Wykonanie, nawet w warunkach laboratoryjnych, dwóch generatorów o dokładnie takiej samej częstotliwości jest niemożliwe. Pozostaje więc jedynie rozwiązanie, w którym generator nadajnika jest generatorem niezależnym, a generator odbiornika jest generatorem zależnym od generatora nadajnika. Częstotliwość odbieranych przez odbiornik sygnałów dostraja częstotliwość generatora odbiornika do częstotliwości generatora nadajnika.

Głównym celem synchronizacji odbiornika z nadajnikiem jest zachowanie jego synfazowej pracy. W tym celu w ciąg sygnałów *PCM* w ramce lub wieloramce nadajnik wprowadza określony kod synchronizacji wieloramki (jeśli ona istnieje w danym systemie) i kod synchronizacji ramki. Bity słowa kodowego ramki i wieloramki mogą być rozproszone po różnych, lecz zawsze tych samych kanałach bądź skupione w jednym kanale. Kod jest tak dobrany, aby prawdopodobieństwo jego przypadkowego wytworzenia, przez kody próbek *PAM* lub sygnałów zakłócających, było jak najmniejsze. Umieszczenie kodu synchronizacji w ciągu sygnałów *PCM* jest tak dobrane, aby układy logiczne odbiornika mogły jak najszybciej go wykryć i łatwo wyznaczyć początek wieloramki i ramki, a w konsekwencji wyznaczać we właściwym porządku kanały i bity. Jeżeli przy uruchamianiu zestroju lub w czasie jego pracy nastąpi wypadnięcie z synchronizmu, to musi nastąpić automatycznie przerwanie rozmów i jak najszybsze doprowadzenie zestroju do pracy synchronicznej. Zjawisko to i proces noszą odpowiednio nazwę **zerwania synchronizmu** i **resynchronizacji**. W przypadku rozmowy czas resynchronizacji rzędu dziesiątków milisekund, nie jest zauważalny i może być dopuszczony. Jednakże we współczesnych sieciach telefonicznych łącza telefoniczne są również wykorzystywane do transmisji danych (teledacji). W tych przypadkach czas resynchronizacji, rzędu kilku milisekund, może być już krytyczny. Dlatego systemom *PCM* stawia się wymaganie możliwie najkrótszego czasu resynchronizacji.

Synfazowość uzyskuje się technicznie w ten sposób, że układ logiczny odbiornika wytwarza stale kod synchronizacji wieloramki i ramki. Ciąg impulsów z toru odbiorczego traktu jest doprowadzony do rejestru 8-bitowego. Zakłada się, że jest to poprawne słowo *PCM*. Wobec tego w jednym z takich słów lub w określonych słowach wystąpi kod synchronizacji. Porównując kombinację wartości bitów w kolejnych słowach z generowanym w odbiorniku kodem synchronizacji nastąpi wykrycie nadawanego kodu synchronizacji i tym samym wyznaczenie początkowej fazy ramki i wieloramki. Jeśli taka zbieżność kodów wystąpi kolejno określoną liczbę razy, to uznaje się, że synchronizacja została osiągnięta i można odblokować kanały rozmówne. W przypadku zerwania synchronizacji kolejne bity wprowadzane do rejestru nie

koniecznie muszą należeć do jednego słowa *PCM*. Część z nich może faktycznie należeć do słowa kanału poprzedzającego. Zatem w procesie resynchronizacji nie można założyć, że wprowadzone do rejestru 8 bitów należy do jednego słowa *PCM*. Znając liczbę bitów w ramce, układ logiczny może np. co ramkę, w sensie liczby bitów, przesuwać odbierane bity, tak że w końcu musi wpaść w rytm kanałów i znaleźć kody synchronizacyjne. Utrzymując wysoką stabilność generatora w torze nadawczym można utrzymywać zestrój w synchroniźmie przez długie okresy czasu.

Sygnał *PCM* przechodząc przez tor kablowy ulega zniekształceniom tłumieniowym i fazowym, oraz podlega zakłóceniom z torów sąsiednich i innych zródeł. Aby zasięg systemu był odpowiednio duży i aby nie dopuścić do powstawania przekłamań w odbiorniku, sygnał *PCM* musi być regenerowany co pewien odcinek toru, zwykle co 2 km. Celem regeneracji jest przywrócenie sygnałom standardowego kształtu i dokonanie niezbędnej korekcji ich faz. Na rys. 20.8 przedstawiono schemat blokowy regeneratora *PCM*.



Rys. 20.8. Schemat blokowy regeneratora *PCM*

Na wejściu regeneratora znajduje się układ wydłużający *UW*, którego zadaniem jest dopasowanie odcinka toru kablowego do wzmacniacza. Sygnały ze wzmacniacza docierają do bramki wyjściowej *B* i układu czasowania (odpowiednik generatora zależnego) *UC* oraz do układu regulacji automatycznego progu czułości *ARP*. Układ czasowania wydziela z ciągu impulsów częstotliwość podstawową i wytwarza impulsy sterujące bramkę wyjściową *B* nadając impulsom wyjściowym właściwe położenie w czasie. Układ regulacji automatycznej progu ustala próg czułości bramki na otrzymywane sygnały ze wzmacniacza. Wysokość progu ustala się tak, aby był on równy połowie amplitudy impulsu wyjściowego. Dzięki wysokiemu progowi czułości bramka *B* nie reaguje na sygnały zakłócające, a jedynie na impulsy robocze. Zregenerowane w ten sposób impulsy są wzmacniane przez wzmacniacz wyjściowy. Aby impulsy nie zachodziły na siebie w następnym regeneratorze lub odbiorniku na skutek wydłużania impulsów przez tor kablowy, czas trwania impulsu jest równy połowie bitowej szczeliny czasowej.

Dzięki temu, że w systemie *PCM* informacja zawarta jest w ciągu kombinacji wartości bitów, a nie np. w amplitudzie oraz ze względu na możliwość ustalania progu czułości urządzeń odbiorczych można dopuścić znacznie mniejszy odstęp sygnału od szumu niż w systemach analogowych. Właściwość ta zdecydowała o dość powszechnym stosowaniu systemów *PCM* na świecie.

Regenerator jest urządzeniem małym, instalowanym często w pojemnikach wstawianych do studni kablowych. Nie ma tam miejsca na źródła zasilające. Dlatego regeneratory są zasilane zdalnie z krotnicy, zwykle po torze pochodnym. Napięcie zasilania jest odbierane przez zespół zasilania zdalnego *ZZ*, które dostarcza potrzeb-

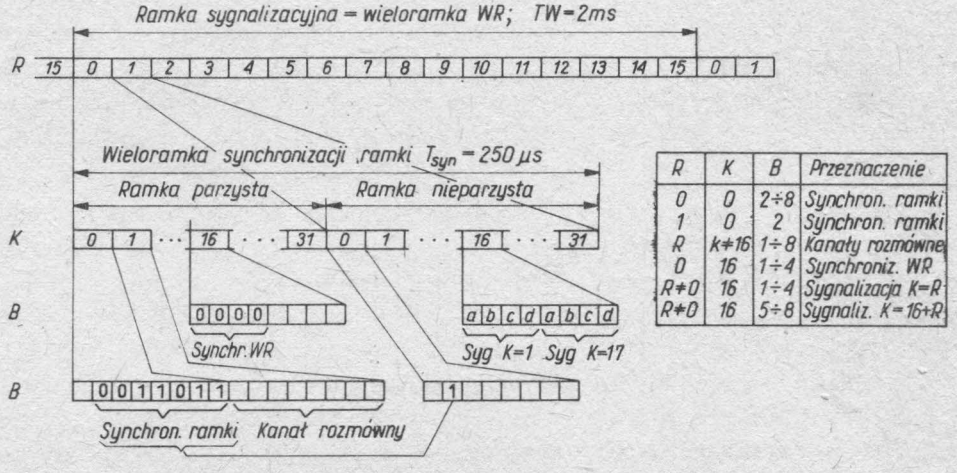
nej energii wyposażeniu regeneratora. Zdalne zasilanie wyznacza, oprócz innych czynników, zasięg zestroju *PCM*. Zasięg ten przy zasilaniu z dwóch krotnic, (każda zasila połowę traktu) wynosi około 50 km.

20.2. System TCK 30/32

Ogólne dane systemu:

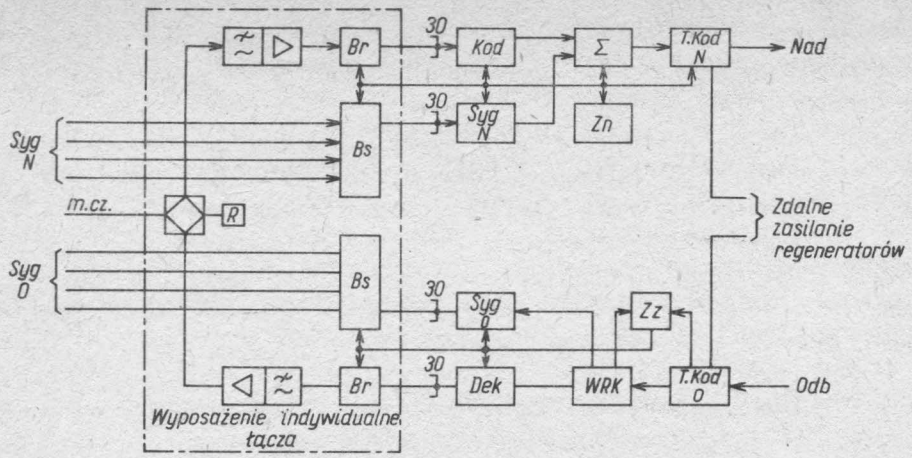
a) liczba kanałów (kanałowych szczelin czasowych)	32
b) liczba bitów w kanale	8
c) liczba kanałów rozmównych	30
d) liczba kanałów sygnalizacyjnych dla każdego kanału rozmównego	4
e) liczba ramek w ramce sygnalizacyjnej (wieloramce)	16
f) liczba stopni kwantowania	256
g) czas trwania jednej ramki	125 μs
h) czas trwania kanału	3,9 μs
i) czas trwania bitu	488 ns
j) czas trwania impulsu	244 ns
k) czas trwania wieloramki	2 ms
l) czas resynchronizacji	2 ms

Strukturę ramki i wieloramki przedstawiono na rys. 20.9, a schemat blokowy krotnicy — na rys. 20.10. Schemat blokowy regeneratora jest identyczny jak na rys. 20.8. Każdemu kanałowi rozmównemu przyporządkowano 4 kanały sygnalizacyjne w przód i wstecz. Kanały te są tworzone w szczelinie kanałowej *16*, w ten sposób, że bity 1 do 4 tworzą kanały sygnalizacyjne dla kanału rozmównego o numerze równym numerowi ramki w wieloramce, a bity 5 do 8 tworzą kanały sygnalizacyjne dla kanału rozmównego o numerze ramki w wieloramce powiększonej o liczbę 16. Zasada ta dotyczy ramek od *1* do *15* wieloramki. Kanał *16* w ramce *0* wieloramki jest przeznaczo-



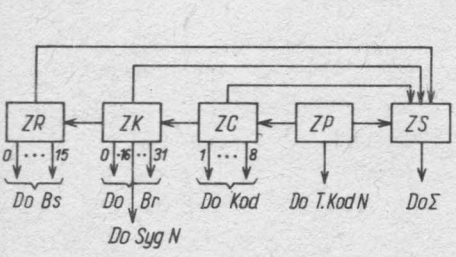
R	K	B	Przeznaczenie
0	0	2÷8	Synchron. ramki
1	0	2	Synchron. ramki
R	k≠16	1÷8	Kanały rozmówne
0	16	1÷4	Synchroniz. WR
R≠0	16	1÷4	Sygnalizacja K=R
R≠0	16	5÷8	Sygnaliz. K=16+R

Rys. 20.9. Struktura wieloramki, ramki i kanału sygnalizacyjnego w systemie TCK30/32.

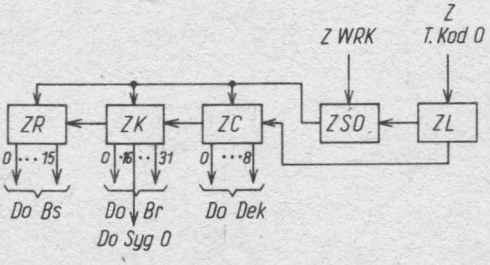


Rys. 20.10. Schemat blokowy krotnicy systemu TCK 30/32

ny do synchronizacji wieloramki. Kanał *O* każdej ramki jest przeznaczony do synchronizacji ramki. Takie rozdzielenie kanałów sprawia, że wytwarzane są 32 kanały, z których 30: od 1 do 15 i od 17 do 31, stanowią kanały rozmówne. Przez zmianę układów *Syg N* i *Syg O* kanał 16 może być wykorzystywany do innych rodzajów sygnalizacji, co również wymagać będzie zmiany zegarów. W celu wyjaśniania takiej potrzeby na rys. 20.11 przedstawiono schemat blokowy zegara *Zn*, a na rys. 20.12 — zegara *Zz*. Zegar podstawowy *ZP* wytwarza ciąg podstawowy o częstotliwości $32 \times 8 \times 8$ kHz $= 2048$ kHz. Ciąg ten zasila zegar synchronizacji *ZS* sterujący wprowadzaniem kodu synchronizacji w ciąg *PCM* oraz zegar bitów *ZC* (cyfrowy), który ma 8 wyjść. Na każdym wyjściu występuje ciąg o tym samym okresie powtarzania 3,9 μs, lecz o przesuniętej, względem poprzedniego, fazie równej czasowi szczeliny bitowej 488 ns. Wyjście *1* odpowiada bitowi 1, wyjście *2* — bitowi 2 itd. W zegarze *ZC* następuje zmniejszenie częstotliwości do 32×8 kHz $= 256$ kHz. Ciąg ten zasila zegar kanałowy *ZK* mający tyle wyjść, ile jest kanałów. Na każdym wyjściu występuje ciąg impulsów o okresie repetycji 125 μs i czasie trwania impulsu 3,9 μs, lecz w fazach przesuniętych względem poprzedniego o 3,9 μs. Impulsy te wyznaczają czasowe szczeliny kanałowe. Ciąg 8 kHz z *ZK* zasila zegar ramkowy *ZR* mający 16 wyjść o analogicznych właściwościach jak poprzednie. Czas trwania impulsu wynosi 125 μs,



Rys. 20.11. Schemat blokowy zegara niezależnego (nadawczego) *Zn*.



Rys. 20.12. Schemat blokowy zegara zależnego (odbiorczego) *Zz*.

a okres repetyzji 2 ms. Jeżel zachodzi konieczność zastosowania innego systemu sygnalizacji, wymagającej innej wieloramki, to do potrzeb tej sygnalizacji trzeba również dostosować zegar *ZR*.

Zegar zależny *Zz* ma podobną budowę. Z ciągu impulsów pojawiających się w *T. Kod O* zegar liniowy *ZL* wyławia częstotliwość podstawową, do której się dostraja. Wytwarza on ciąg podstawowy 2048 kHz zasilając nim zegar synchronizacji odbioru *ZSO* oraz zegar bitowy *ZC*. Praca zegarów *ZK* i *ZR* jest taka sama jak w zegarze *Zn*, z tym że z *ZSO* otrzymują one sygnały synchronizacji zapewniające synfazową ich pracę z zegarami *Zn*. Przy zmianie rodzaju sygnalizacji, należy stosownie do potrzeb, zmienić zegar *ZR*.

21. Jednostki przyłączeniowe

21.1. Wiadomości ogólne

Jednostki przyłączeniowe są to urządzenia dopasowujące łącza telefoniczne do pozostałych części wyposażenia łącznicy. Wszystkie łącza podzielono na 4 ich rodzaje: łącza abonenckie doprowadzone do centrum komutacyjnego, łącza abonenckie zakończone z dala od centrum komutacyjnego, łącza od i do łącznic innych niż E-10 oraz łącza do i od innych łącznic E-10. Dla każdego rodzaju łączy opracowano odrębny rodzaj jednostki przyłączeniowej. Dla pierwszego rodzaju jednostką przyłączeniową jest koncentrator lokalny, dla drugiego rodzaju — koncentrator oddalony i grupa synchronizacji satelitów *GSS*, dla trzeciego — grupa synchronizacji łącznic elektromechanicznych *GSM* i dla czwartego — grupa synchronizacji central E-10 *GSC*.

Do jednostek przyłączeniowych zalicza się także zespół sygnałów tonowych i pomocniczych *ETA*, pomimo tego, że do zespołu tego nie są przyłączone żadne łącza. Zaliczenie *ETA* do jednostek przyłączeniowych wynika z zasady jego przyłączenia do czasowego pola komutacyjnego oraz traktowania go przez urządzenia sterujące łącznicy w taki sam sposób jak wszystkie jednostki przyłączeniowe. Zespół *ETA* stanowi piąty odrębny rodzaj jednostek przyłączeniowych.

Każdą jednostkę przyłączeniową można podzielić na dwie zasadnicze części: wykonawczą i sterującą. Część wykonawcza, każdego rodzaju jednostek przyłączeniowych jest przystosowana do wykonywania zadań zgodnie z przeznaczeniem. Część sterująca zaś, jako działająca na zasadach sterowania programowanego, jest sprzętowo taka sama we wszystkich rodzajach jednostek z wyjątkiem *ETA*. Praca urządzenia sterującego jest dostosowywana do potrzeb poszczególnych rodzajów jednostek przez odpowiednie oprogramowanie podstawowego zespołu tej części, jakim jest procesor *ELS*. Dlatego procesor *ELS* zostanie opisany jako pierwszy, aby uniknąć powtórzeń i ułatwić odnalezienie jego opisu, gdy przy omawianiu jakiejś jednostki przyłączeniowej zajdzie konieczność odwołania się do opisu procesora. Opis procesora prawie całkowicie wyczerpuje opis sterowania 4 pierwszych rodzajów jednostek przyłączeniowych.

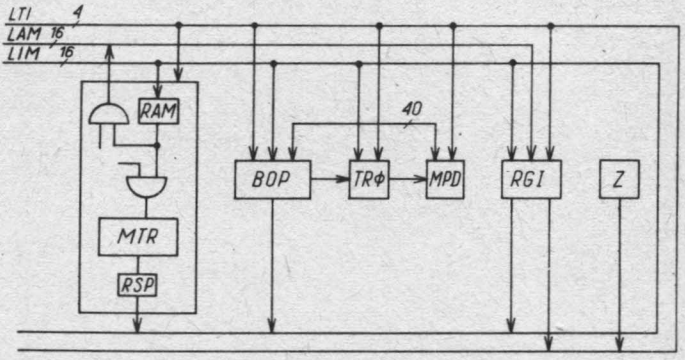
21.2. Procesor ELS

Dane podstawowe procesora:

— czas cyklu	3,906 μs
— długość słowa	16 bitów
(z możliwością dzielenia na grupy po 4 bity lub po 1 bicie)	
— pamięć programu	diodowa
— pojemność pamięci programu do	4096 słów
— długość słowa instrukcji (rozkazu)	40 bitów
— pojemność pamięci operacyjnej do	128 słów
— długość słowa w pamięci operacyjnej	16 bitów
— pojemność pamięci temporyzacji	32 słowa
— czas temporyzacji	0,5 do 512 ms
liczba adresowanych zespołów zewnętrznych lub kanałów wymiany	16
— możliwość adresowania	bezpośrednie pośrednie indeksowane

Schemat blokowy procesora *ELS* przedstawiono na rys. 21.1. W skład procesora wchodzą następujące zespoły:

— blok operacyjny (jednostka centralna)	*BOP*
— pamięć programu	*MPD*
— modyfikator fazy	*TRΦ*
— pamięć operacyjna	*MTR*
— zespół temporyzacji	*RGI*
— zegar	*Z*
oraz telestrady:	
— adresowa	*LAM*
— informacyjna	*LIM*
— testowa	*LTI*



Rys. 21.1. Schemat blokowy procesora *ELS*

LTI — telestrada testowa, *LAM* — telestrada adresowa, *LIM* — telestrada informacyjna, *RAM* — rejestr adresów, *BOP* — blok operacyjny, *TRΦ* — modyfikator fazy, *MTD* — pamięć programu, *RGI* — zespół temporyzacji, *z* — zegar, *MTR* — pamięć operacyjna, *RSP* — rejestr wyjściowy

Telestrady *LAM* i *LIM* są 16 torowe, a telestrada *LTI* — 4-torowa. Oznacza to, że po telestradach *LAM* i *LIM* można równolegle przesyłać słowa 16-bitowe, a po telestradzie *LTI* — słowa 4-bitowe.

Procesor *ELS* został specjalnie opracowany do sterowania urządzeniami komutacyjnymi systemu E-10. Tym nie mniej jego ogólna struktura i zasady pracy są takie same jak w technice komputerowej. Specyfika procesora *ELS*, w odróżnieniu od procesorów komputerów handlowych, polega na ograniczeniu wykonywanych funkcji do niezbędnych w sterowaniu urządzeń komutacyjnych. Dlatego arytmometr bloku operacyjnego *BOP*, który jest odpowiednikiem jednostki centralnej komputera, wykonuje głównie operacje logiczne i operacje dodawania. Również pojemności pamięci są tu dostosowane do zadań procesora. Struktura procesora, obejmująca jego zespoły funkcjonalne i telestrady, jest otwarta. Oznacza to możliwość przyłączania do jego telestrad tzw. zespołów peryferyjnych, na takich samych prawach, na jakich są przyłączone do tych telestrad jego własne zespoły. Liczba zespołów peryferyjnych jest ograniczona pojemnością adresową procesora. Najogólniej rzecz biorąc praca procesora polega na pobieraniu informacji znajdującej się w określonym słowie określonej pamięci, przetworzeniu tej informacji, polegającym na dodaniu jakiejś wartości, porównaniu z inną i w zależności od wyniku wytworzeniu nowej informacji itp. oraz na umieszczeniu przetworzonej informacji w określonym słowie określonej pamięci. Każde słowo, każda pamięć i zespół są ściśle określane za pomocą adresu. Każdy z tych elementów ma swój adres. W celu uproszczenia pracy procesora i zapewnienia jednoznaczności rozumienia, np. adresu, procesor i współpracujące z nim urządzenia działają na słowach o stałej długości. Długość słowa określa, w prostych rozwiązaniach, pojemność adresową procesora. Na przykład, jeżeli długość adresu wynosi 16 bitów, to wszystkich adresów może być 2^{16}, gdyż słowo składa się z elementów dwustanowych, tzw. bitów.

Blok operacyjny *BOP* służy do przetwarzania informacji. Zawiera on prosty arytmometr i zespół rejestrów przerzutnikowych umożliwiających przetwarzanie logiczne informacji. Czynność jaką ma wykonać w danej chwili *BOP* i na jakich informacjach, określa instrukcja odczytywana z pamięci programu *MPD*. Każda instrukcja programu zawiera więc: rodzaj czynności jaki ma być wykonany, adres lub adresy słów określonych pamięci, gdzie znajdują się informacje, na których ma być wykonana dana czynność, adres miejsca, gdzie należy umieścić wynik przetwarzania oraz pewne dane zwane parametrami, niezbędne do danego przetworzenia. W czasie wykonywania danej czynności musi być podjęta decyzja odnośnie następnej czynności, jaka powinna być wykonana. Do tego celu między innymi służą określone wyżej parametry. Wypracowana przez *BOP* specjalna informacja o wyniku wykonanej czynności trafia do modyfikatora fazy *TRΦ*, który opierając się na tej informacji i na informacji otrzymanej z telestrady *LIM*, lub *LTI* określa następne słowo programu, tzn. następną instrukcję. Polega to na wytworzeniu i przesłaniu do *MPD* adresu tej nowej instrukcji. Do przesłania tego adresu służy odrębna, wewnętrzna telestrada procesora łącząca tylko zespół *TRΦ* z pamięcią *MPD*.

Pamięć operacyjna *MTR* służy do przechowywania informacji niezbędnych blokowi *BOP* do przetwarzania. *BOP* może w danej chwili wykonać tylko jedną czynność.

Wykonanie takiej czynności nosi nazwę fazy. Do wykonania pewnej czynności komutacyjnej, np. wyboru kanału *PCM*, trzeba wykonać lub przejść przez wiele faz. W procesie wykonywania czynności komutacyjnej występuje wiele przetworzeń elementarnych. Wynik jednej fazy podlega przetworzeniu w fazie następnej lub którejś z dalszych faz. W takich przypadkach wynik przetworzenia elementarnego zostaje zmagazynowany w pamięci operacyjnej *MTR*. Do pamięci tej, jako pamięci „podręcznej" procesora często wprowadzane są informacje, które mają podlegać przetworzeniu, a pochodzące z zespołów peryferyjnych względem procesora.

W celu zapewnienia wprowadzania informacji we właściwej, pożądanej chwili każdy zespół i każda pamięć wyposażone są w rejestry przerzutnikowe o długościach odpowiadających długościom słów informacji. W obrysie pamięci *MTR* (rys. 21.1) uwidoczniono dwa takie rejestry: *RAM* i *RSP*. Rejestr *RAM* jest rejestrem adresów. Otrzymuje on informacje adresowe, które mogą być kierowane bądź do pamięci *MTR* (wówczas osobnym sygnałem otwierana jest bramka typu I w kierunku tej pamięci), bądź do telestrady adresowej *LAM* i wówczas otwierana jest bramka w kierunku tej telestrady. Adresy występujące w telestradzie *LAM* zawsze pochodzą z rejestru *RAM*. Rejestr *RSP* jest rejestrem wyjściowym pamięci *MTR*, przez który przechodzi większość informacji do bloku *BOP* i innych zespołów poprzez telestradę *LIM*.

Przy współpracy procesora z zespołami peryferyjnymi, a za ich pośrednictwem z częścią wykonawczą jednostki przyłączeniowej, często zdarza się, że realizacja jakiegoś rozkazu skierowanego do części wykonawczej trwa długo w porównaniu z czasem realizacji jednej fazy procesora, tj. 3,9 μs. Aby nie wstrzymywać na tak długi okres pracy procesora wprowadzono zasadę przerywalności wykonywania określonych podprogramów. Jeżeli np. wykonanie jakiegoś rozkazu poza procesorem trwa długo, to numer fazy, w której nastąpiło wysłanie rozkazu, zostaje zapisany w pamięci *MTR*, a do zespołu temporyzacji (czasowania) *RGI* zostaje skierowane polecenie odmierzenia określonego odcinka czasu. Wraz z tym rozkazem przekazany jest np. numer fazy, aby po zakończeniu odmierzenia czasu *BOP* wiedział, jakiego programu i połączenia to odmierzanie dotyczyło. W trakcie odmierzania czasu procesor może wykonywać inne programy na rzecz innych połączeń. Gdy żądany odcinek czasu zostanie odmierzony, zespół *RGI* skieruje do *BOP* sygnał tzw. wywołania priorytetowego, który zmusi *BOP* do analizy tego sygnału i jeśli oznacza on priorytet wyższy od priorytetu wykonywanego programu, to *BOP* przerwie realizację tego ostatniego, zapisując dane o nim w *MTR* i przejdzie do wykonywania programu o wyższym priorytecie. W rozpatrywanym przykładzie procesor przejdzie do wykonywania wcześniej przerwanego programu.

Telestrada *LTI* jest przeznaczona do przesyłania informacji służących do różnego rodzaju sprawdzań i przesyłania wyników sprawdzań. Informacje te, zwłaszcza wyniki, nie wymagają długich słów i dlatego telestrada ta zawiera 4 tory. Telestrada ta jest również wykorzystywana do przesyłania informacji dłuższych, lecz podzielonych na segmenty 4-bitowe.

Aby procesor *ELS* i pozostałe wyposażenie jednostki przyłączeniowej mogły pracować synchronicznie, niezbędne jest zasilanie tego wyposażenia w potrzebne ciągi impulsów. Generuje je zegar jednostki przyłączeniowej *Z*. W celu ułatwienia persone-

lowi obsługi kontrolowania pracy procesora, może on być wyposażony w tzw. pulpit manipulacyjny (nie pokazany na rys. 21.1) i inne zespoły dodatkowe.

21.3. Koncentrator CSA

Dane podstawowe koncentratora:

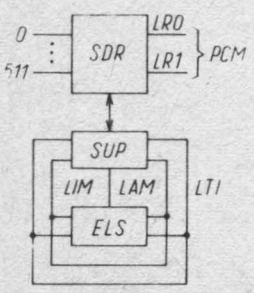
— maksymalna liczba naturalnych łączy abonenckich	512
— maksymalna liczba łączy do czasowego pola komutacyjnego	60
— rodzaj telefonii na łączach abonenckich	naturalna
— rodzaj telefonii na łączach do czasowego pola komutacyjnego	nośna *PCM* 30/32
— natężenie średnie załatwianego ruchu	48 erlangów
— obciążenie maksymalne łącza *PCM*	0,8 erlangów

— całość wyposażenia mieści się na stojaku 740 × 488 × 2000 mm.

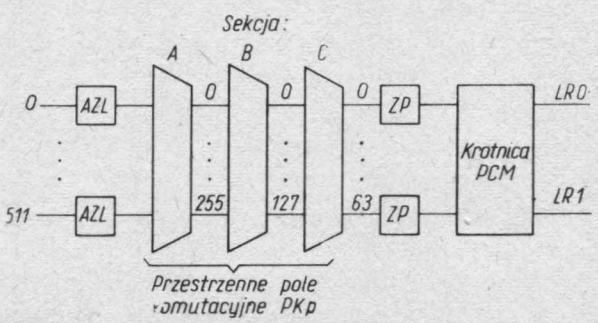
Koncentrator służy do obsługi łączy abonenckich. Zagospodarowanie jego pojemności zależy od wielkości ruchu wychodzącego i przychodzącego do łączy abonenckich. Każdy koncentrator jest połączony z centrum komutacyjnym jednym lub dwoma traktami *PCM* 30/32. Wobec stałej liczby łączy do czasowego pola komutacyjnego i ograniczonego obciążenia każdego z nich do 0,8 erlangów, liczba łączy abonenckich musi być dostosowana do sumarycznego obciążenia całej wiązki 60 łączy *PCM* i nie przekraczać 512 łączy. Do łączy abonenckich zalicza się także łącza central abonenckich, tzw. łącza centralkowe.

Koncentrator może być instalowany w pomieszczeniu centrum komutacyjnego lub z dala od tego pomieszczenia. W pierwszym przypadku jest to koncentrator lokalny *CSAL*, a w drugim —oddalony *CSAD*. Nazwą sieciową tego ostatniego, w odróżnieniu od nazwy urządzeniowej — koncentrator, jest „centrala satelitowa", stąd symbol *CS*. Następna litera *A* jest symbolem rozwiązania. Wreszcie ostatnia litera oznacza wykonanie lokalne *L* i oddalone *D*.

Całe wyposażenie koncentratora dzieli się na trzy części: sieć dróg rozmównych *SDR* (część wykonawcza), sieć urządzeń pośredniczących *SUP* oraz sterowanie w postaci procesora *ELS*. Ogólną strukturę koncentratora przedstawiono na rys. 21.2.

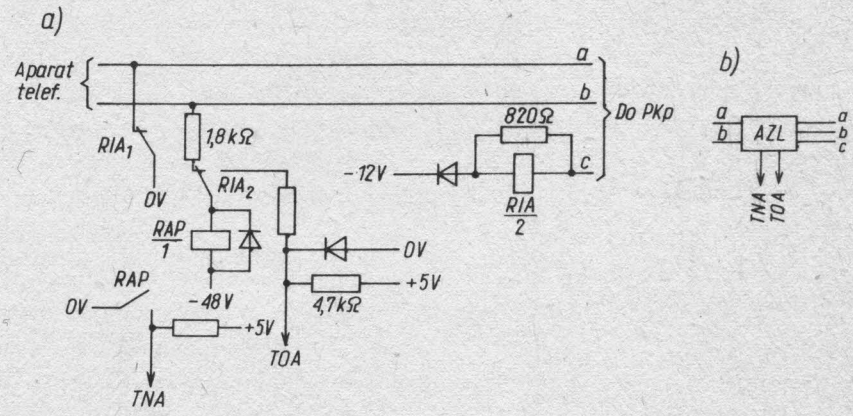


Rys. 21.2. Ogólna struktura koncentratora.



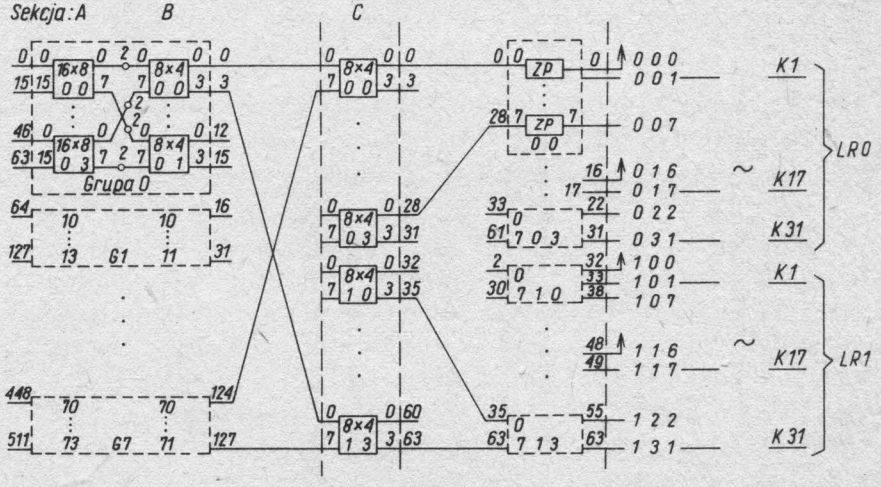
Rys. 21.3. Struktura pola komutacyjnego koncentratora

Na rys. 21.3 przedstawiono strukturę *SDR*. W skład *SDR* wchodzą: abonenckie zespoły liniowe *AZL*, przestrzenne, trzysekcyjne pole komutacyjne *PKp*, zespoły połączeniowe *ZP* oraz krotnice *PCM* systemu TCK 30/32. Każde łącze abonenckie jest wyposażone w zespół zwany *AZL*. Na rys. 21.4*a* przedstawiono schemat *AZL* i sposób przyłączenia go do łącza abonenckiego. *AZL* zawiera dwa przekaźniki (lub inne układy im równoważne): liniowy *RAP* i odłączny *RIA*. Zestyk przekaźnika *RAP* dołącza sygnał nowego zgłoszenia *TNA*, a przekaźnika *RIA* — sygnał elektryczny zajętości łącza *TOA*. Na rys. 21.4*b* przedstawiono symbol *AZL* stosowany w dalszych schematach.



Rys. 21.4. Schemat ideowy *AZL*: *a*) schemat ideowy; *b*) symbol graficzny *AZL*

Na rys. 21.5 przdstawiono strukturę pola komutacyjnego i zasady przyłączania zespołów połączeniowych do kanałów dwóch traktów *PCM*. Jest to przestrzenne pole komutacyjne, trzysekcyjne o koncentracji 8:1, zbudowane z przekaźników kontaktronowych. Przekaźniki są umieszczone na płycie drukowanej. Płyta drukowana wraz



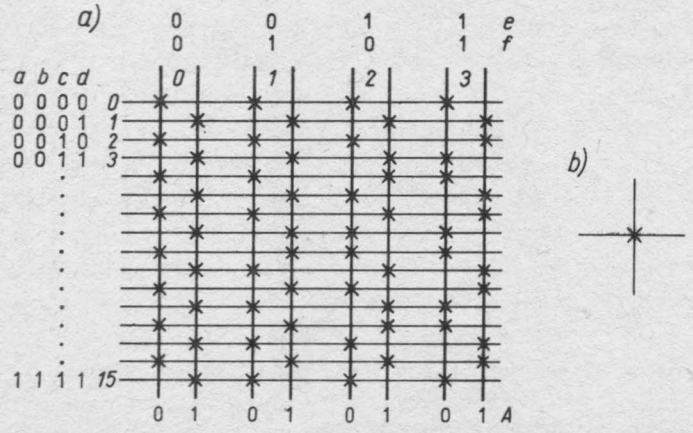
Rys. 21.5. Układ połączeń w polu komutacyjnym koncentratora i zasady przyłączania zespołów połączeniowych

z zamontowanymi na niej elementami nosi nazwę **pakietu**. Pakiet wchodzący w skład pola komutacyjnego, a przeznaczony do komutowania nosi nazwę **matrycy komutacyjnej**.

Cały zbiór łączy abonenckich podzielono na 8 grup po 64 łącza każda. Każda grupa jest obsługiwana przez układ komutacyjny, zawierający sekcje *A* i *B*. Układ ten daje dostęp każdego z 64 łączy abonenckich do dowolnego z 16 łączy międzysekcyjnych *BC*. Układ daje więc koncentrację 4:1. Łącza międzysekcyjne z sekcji *B* każdej grupy są przyłączone do mieszającej sekcji *C* pola, która jednocześnie daje dalszą koncentrację w stosunku 2:1. W rezultacie każde łącze abonenckie ma układowy dostęp do dowolnego zespołu połączeniowego *ZP*, które są przyłączone do wyjść matryc sekcji *C*. Układ połączeń wyjść sekcji *C* do *ZP* daje dodatkowe wymieszanie ruchu dając bardziej równomierne obciążenie ruchem wszystkich ogniw pola. Ponieważ, ze względu na zapis binarny, zespołów połączeniowych jest 64, podczas gdy kanałów rozmównych *PCM* jest 60, cztery *ZP*, a mianowicie 0, 16, 32 i 48 są przeznaczone do celów badaniowych. Ponieważ kanały 0 i 16 zestroju *PCM* nie są kanałami rozmównymi, więc numer porządkowy *ZP* odpowiada numerowi kanału rozmównego *PCM*. Zbiór *ZP* jest podzielony na dwie części po 32 kanały i w każdej części numeracja rozpoczyna się od cyfry 0 (patrz rys. 21.5).

Takie rozwiązanie pola komutacyjnego pozwala na elastyczne dostosowywanie wyposażenia koncentratora do jego pojemności. Pojemność minimalna, wynikająca z tej struktury, wynosi 64 i może być powiększana grupami, po 64 łącza. Oszczędność wyposażenia dotyczy sekcji *A* i *B* oraz liczby *ZP* z dokładnością do jednego zestroju *PCM*. Oszczędność ta nie dotyczy sekcji *C*, aby uniknąć konieczności zmiany okablowania w przypadku powiększania pojemności koncentratora w czasie jego eksploatacji.

W celu zminimalizowania liczby punktów komutacyjnych, a tym samym kosztów pola, opracowano dwa rodzaje matryc komutacyjnych: jeden dla sekcji *A* i drugi dla sekcji *B* i *C*. Matrycę typu *A* przedstawiono na rys. 21.6. Ma ona 16 wejść i 8 wyjść, co oznacza się 16 × 8. Nie jest ona w pełni wyposażona. Zamiast 16 · 8 = 128



Rys. 21.6. Schemat matrycy komutacyjnej typu A: *a)* schemat matrycy; *b)* symbol punktu komutacyjnego

punktów komutacyjnych, zawiera 64 punkty. Punktem komutacyjnym jest element stanowiący wyposażenie miejsca skrzyżowania toru wejściowego z torem wyjściowym, przy czym w stanie spoczynku punktu komutacyjnego tory te są od siebie izolowane, a w jego stanie roboczym tory te są ze sobą połączone galwanicznie. Symbol punktu komutacyjnego w schematach matryc pokazano na rys. 21.6*b*. W matrycy sekcji *A* punkty skrzyżowań wyposażono w punkty komutacyjne w taki sposób, aby zapewnić dostęp każdego wejścia do 4 wyjść, a każdego wyjścia do takiej samej liczby wejść. Dzięki temu uzyskuje się mniejsze wyposażenie matrycy i równomierne obciążenie wyjść ruchem. Wyjście matrycy dostępnej dla wejścia jest określone funkcją bulowską

$$A = \bar{e}\cdot\bar{f}\cdot d + \bar{e}\cdot f\cdot(a\oplus d) + e\cdot\bar{f}\cdot(b\oplus d) + e\cdot f\cdot(c\oplus d)$$

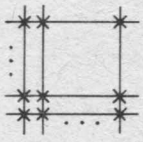
$$A = \begin{cases} 0 \text{ wyjście parzyste} - \text{wyjście } 0 \\ 1 \text{ wyjście nieparzyste} - \text{wyjście } 1 \end{cases}$$

e, f – bity numeru binarnego pary wyjściowej,
a, b, c, d – bity numeru binarnego wejścia,
$\cdot$ – operacja „i" (kropkę można opuszczać),
$+$ – operacja „lub",

$\oplus$ — operacja „albo" $= x\oplus y = x\cdot\bar{y} + \bar{x}\cdot y\ (= x \textcircled{\vee} y = x \wedge \bar{y} \vee \bar{x} \wedge y)$,
$\bar{x}$ — operacja negacji „nie x" — przybiera zwykle wartość 0,
x – zmienna nie negowana.

Zapis ten ułatwia wyliczenie drogi połączeniowej pomiędzy łączem abonenckim i zespołem połączeniowym.

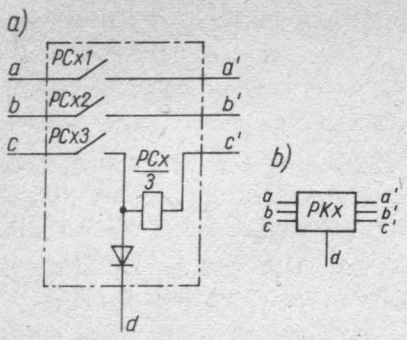
Matryca typu *B* dla sekcji *B* i *C* jest całkowicie wypełniona, tzn. każdy punkt skrzyżowania jest wyposażony w punkt komutacyjny (rys. 21.7).



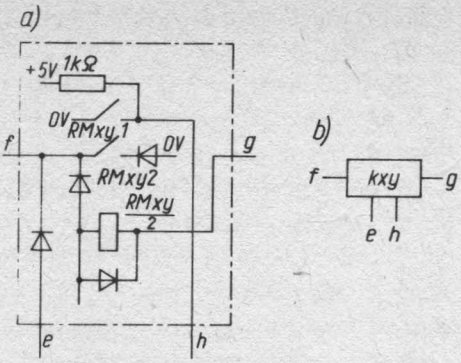
Rys. 21.7. Schemat matrycy komutacyjnej typu B

Specyfiką pola komutacyjnego koncentratora jest łączenie matryc sekcji *A* z matrycami sekcji *B* za pomocą dwóch łączy międzysekcyjnych (parą łączy wyjściowych sekcji *A*), a nie jednym, jak to ma miejsce w większości rozwiązań pól łącznic quasielektronicznych (zaznaczono to na rys. 21.5).

Każda matryca stanowi odrębny pakiet. Wymiary pakietu w ramach systemu są znormalizowane. Na pakietach sekcji *A* znajdują się tylko matryce tej sekcji oznaczone *MCA*. Na pakietach sekcji *B* mieszczą się dwie matryce tej sekcji oraz przekaźniki kontrolne łączy międzysekcyjnych *AB* między sekcją *A* i sekcją *B*. Pakiety te oznaczono *MCB*. Identyczne pakiety są stosowane w sekcji *C*. W celu uwidocznienia odmienności ich przeznaczenia oznaczono je *MCBc*. Schemat punktu komutacyjnego przedstawiono na rys. 21.8*a*, a symbol stosowany w następnych rysunkach pokazano na rys. 21.8*b*. W zależności od sekcji litera x w oznaczeniu przekaźnika i samego punktu komutacyjnego zmienia się na *A*, *B*, lub *C*. Schemat przekaźnika kontrolnego pokaza-



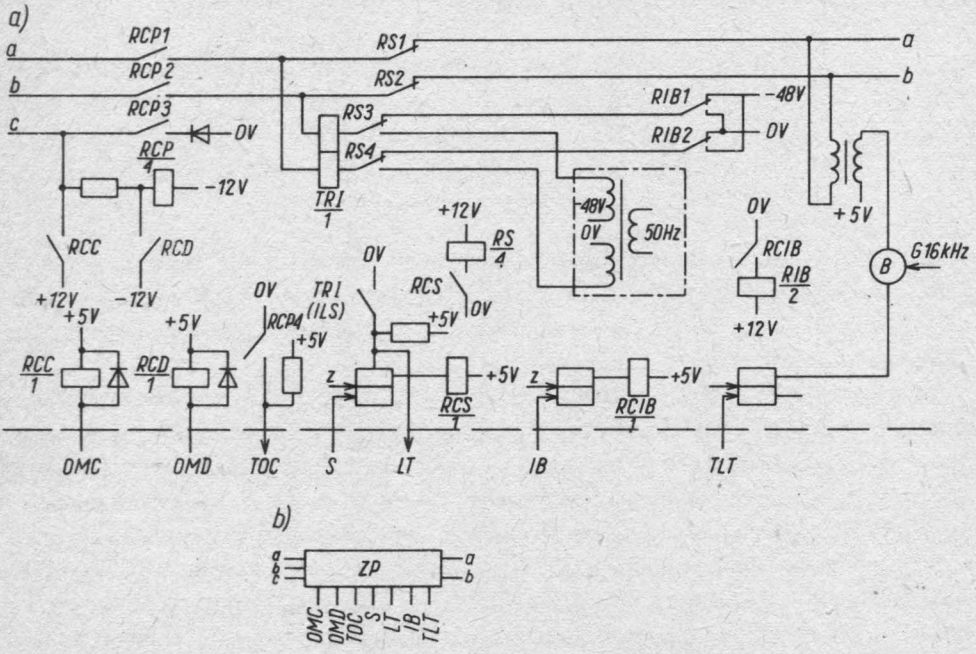
Rys. 21.8. Schemat punktu komutacyjnego (*pp*): *a*) schemat *pp*; *b*) symbol graficzny



Rys. 21.9. Układ działania przekaźnika kontrolnego: *a*) schemat; *b*) symbol graficzny układu

no na rys. 21.9*a*, a jego symbol na rys. 21.9*b*. Litery *xy* zmieniają się na *A*, *B* i *C* w zależności od łączy międzysekcyjnych, które kontrolują.

Na rys. 21.10*a* przedstawiono schemat zespołu połączeniowego, a na rys. 21.10*b* — jego symbol. Działania przekaźników są sterowane z *ELS* poprzez zespoły pośredniczące. Wyjątek stanowi tu przekaźnik zasilający *TRI*, który jest sterowany pętlą łącza abonenckiego. Ze względu na przesyłanie prądu dzwonienia 50 Hz przez uzwojenia tego przekaźnika ich rezystancja jest mała. W celu więc ograniczenia prądu zasilającego aparat abonenta, w łącze abonenta włączane są rezystory (nie pokazane na schematach). Wprowadzana przez nie dodatkowa tłumienność jest kompensowana w krotnicy. Włączanie rezystorów w łącze abonenckie jest dużą niedogodnością eksploata-

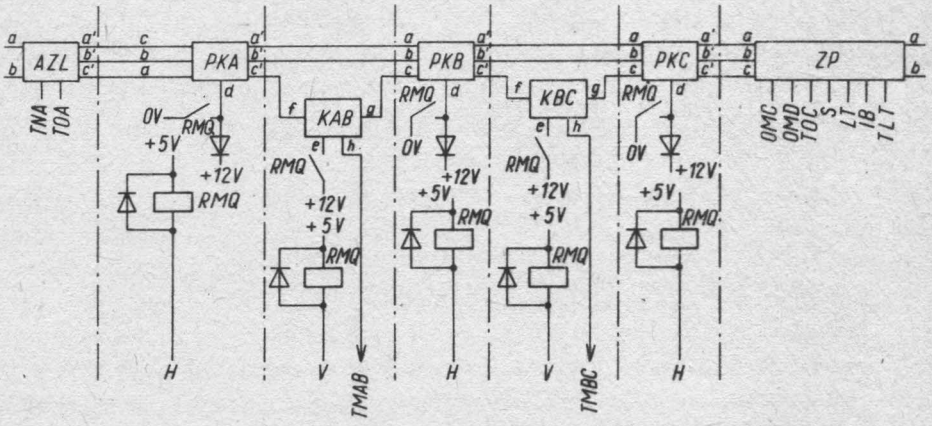


Rys. 21.10. Schemat zespołu połączeniowego: *a*) schemat; *b*) symbol graficzny

cyjną. Dlatego w nowszych wykonaniach zmienia się przekaźnik *TRI* i obwód dzwonienia.

Sygnały elektryczne sterujące pracą *ZP* są dostarczane z układów scalonych, których napięcie zasilające wynosi + 5 V, a moc sygnału jest mała. Przekaźniki wykonawcze *ZP* wymagają, ze względu na ich obciążenie, większej mocy. Zatem między zespołem sterującym i przekaźnikami *ZP* muszą być włączone wzmacniacze mocy w postaci przekaźników: *RCC, RCD, RCS, RCIB*. Rozkazy sterujące *S* — dzwonienia, *IB* — zmiany biegunowości i *TLT* — telezaliczenia są wydłużane przez przerzutniki. Zespół połączeniowy sygnalizuje swój stan za pośrednictwem dwóch wyjść *TOC* — stan zajętości lub swobody oraz *LT* — stan pętli łącza abonenckiego. Tą ostatnią drogą przesyłane jest impulsowanie do urządzeń sterujących centrum komutacyjnego. Zajęcia *ZP* dokonuje rozkaz *OMC*, który jednocześnie zapoczątkowuje zestawienie drogi połączeniowej w polu komutacyjnym. Zwolnienia *ZP* dokonuje *OMD* zwierający przekaźnik *RCP*. Zwolnienie *RCP* powoduje rozłączenie drogi połączeniowej.

W tak skonstruowanym polu komutacyjnym istnieje jedna i tylko jedna droga połączeniowa między określonym łączem abonenckim i określonym zespołem połączeniowym. Schemat drogi połączeniowej pokazano na rys. 21.11. *ELS* znając numer wyposażeniowy łącza abonenckiego i numer wolnego zespołu połączeniowego, dokonuje obliczenia drogi połączeniowej z tych numerów.



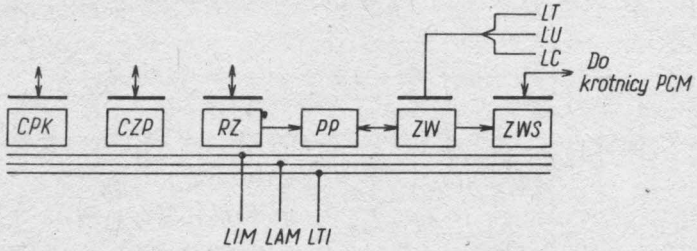
Rys. 21.11. Schemat drogi połączeniowej w koncentratorze

Obliczenie drogi połączeniowej polega na określeniu numerów pakietów i numerów wejść i wyjść matryc komutacyjnych, jakie tworzą drogę połączeniową. Znając drogę *ELS* nakazuje skontrolowanie jej stanu. Łącza międzysekcyjne, wchodzące w skład wybranej drogi, mogą być zajęte, gdyż wcześniej utworzyły inną drogę, dla innego połączenia. Sprawdzenie stanu sprowadza się do odczytania sygnałów występujących na wyjściach *h* (rys. 21.9) tzw. sygnałów *TMAB* i *TMBC*. Zajętość dowolnego z tych łączy międzysekcyjnych uniemożliwia zestawienie połączenia do wyznaczonego *ZP*. W tym przypadku *ELS* wyznacza następny wolny *ZP* i proces powtarza się. Jeżeli łącza międzysekcyjne są wolne, to następuje zestawienie drogi połączeniowej przez podanie rozkazu *OMC* oraz wysłanie sygnałów na przewody cechujące prowa-

dzące do wyznaczonych matryc, pionów *V* i poziomów *H*. W rezultacie, na właściwych pakietach, działają wzmacniacze mocy w postaci przekaźników *RMQ*. W konsekwencji działają kolejno, poczynając od *ZP*, przekaźniki: *RCP, PKC, KBC, PKB, KBA, PKA* i *RIA*. Zadziałanie tego ostatniego wytworzy sygnał *TOA* w *AZL*, co stanowi kryterium zestawienia drogi połączeniowej i odłączenia sygnałów cechujących. W czasie połączenia droga połączeniowa jest podtrzymywana z *ZP* poprzez zestyki *RCP3*. Nadejście rozkazu *OMD* zwalnia drogę połączeniową.

Z konstrukcji pola komutacyjnego i zespołu połączeniowego wynika, że połączenia między abonentami tego samego koncentratora mogą być zestawiane tylko poprzez centrum komutacyjne.

Do współpracy sieci dróg rozmównych z procesorem *ELS* służą zespoły pośredniczące uwidocznione na schemacie blokowym (rys. 21.12). Są to: cechownik pola komutacyjnego *CPK*, cechownik zespołów połączeniowych *CZP*, przepatrywacz *RZ*. Pamięć połączeń *PP* i zespół wymiany *ZW* służą odpowienio do zapamiętania, które łącze abonenckie jest przyłączone do danego *ZP* itp. oraz do współpracy z centrum komutacyjnym. Współpraca tych zespołów z *ELS* jest dokonywana za pomocą telestrad *LIM, LAM*, i *LTI*, gdyż względem *ELS* są to zespoły peryferyjne. Współpraca tych zespołów z wyposażeniem *SDR* jest dokonywana za pośrednictwem zbiorów przewodów nie mających charakteru telestrad.



Rys. 21.12. Schemat blokowy sieci urządzeń pośredniczących koncentratora

CPK — cechownik pola komutacyjnego, *CZP* — cechownik zespołów połączeniowych, *RZ* — przepatrywacz, *PP* — pamięć połączeń, *ZW* — zespół wymiany, *ZWS* — zespół współpracy i synchronizacji

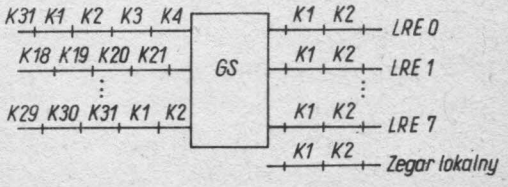
Koncentrator oddalony *CSAD* różni się od koncentratora *CSAL* dodatkowym zespołem *ZWS*. W koncentratorze *CSAL* sygnały współpracy mogą być bezpośrednio wyprowadzane w telestrady *LT, LU* i *LC* centrum komutacyjnego. Natomiast w koncentratorze *CSAD* sygnały te muszą być przetworzone i wyprowadzone w trakt liniowy *PCM*, w kanały sygnalizacyjne typu semafor i kanał w kanał. To samo dotyczy sygnałów w kierunku przeciwnym. Ponadto *CSAL* otrzymuje impulsy zegarowe z centrum komutacyjnego dające mu pełną synchronizację z zegarem centrum. W *CSAD* impulsy zegarowe muszą być wytworzone lokalnie i synchronizowane z zegarem centrum. Dokonuje się tego przez zsynchronizowanie zegara lokalnego z traktami *PCM*, które z kolei są zsynchronizowane z zegarem centrum. Dlatego w wyposażeniu *CSAD* występuje zespół współpracy i synchronizacji *ZWS*, który jest zbędny w *CSAL*.

Proces zestawienia połączeń w koncentratorze daje się łatwo odtworzyć z opisu podanego w rozdz. 19 i znajomości podanych rozwiązań.

21.4. Grupa synchronizacji satelitów GSS

Grupa synchronizacji *GSS* jest przeznaczona do synchronizowania sygnałów *PCM*, nadawanych z koncentratorów oddalonych *CSAD*, z generatorem lokalnym centrum komutacyjnego. Konieczność synchronizacji wynika z faktu, że urządzenia oddalone od centrum mają swoje generatory niezależne, a wykonanie wielu generatorów o takich samych parametrach znamionowych, w których nie występowałyby różne odchyłki od wartości znamionowych, jest niemożliwe. Z drugiej strony, czasowe pole komutacyjne wymaga, do swojej poprawnej pracy, aby wszystkie sygnały *PCM* do niego dochodzące były zsynchronizowane z generatorem lokalnym centrum. Dodatkowym zadaniem urządzeń synchronizujących jest wydzielanie kanałów sygnalizacyjnych z sygnałów przychodzących do centrum i skierowanie ich do urządzeń sterujących łącznicy, oraz odwrotnie, przyjęcie informacji sygnalizacyjnych i wprowadzenie ich w kanały sygnalizacyjne traktów *PCM*. Indywidualne wyposażenia synchronizujące poszczególnych traktów spełniające powyższe funkcje byłyby zbyt kosztowne. Dlatego przyjęto rozwiązanie kompromisowe, w którym kilka traktów jest obsługiwanych przez wspólne urządzenie. Kryteriami optymalizacyjnymi były: przewidywana liczba *CSAD* występująca w różnych układach sieciowych oraz konstrukcja łącznicy. W pierwszym kryterium chodzi o to, aby uzyskać dużą elastyczność zastosowań łącznic E-10 w sieci, zaś w drugim kryterium — o dysponowanie pewną jednostką konstrukcyjną jaką jest np. stojak. Przyjęto rozwiązanie, w którym na jednym stojaku mieści się wyposażenie synchronizujące dla 8 traktów *PCM*, tzn. 4 koncentratorów *CSAD*.

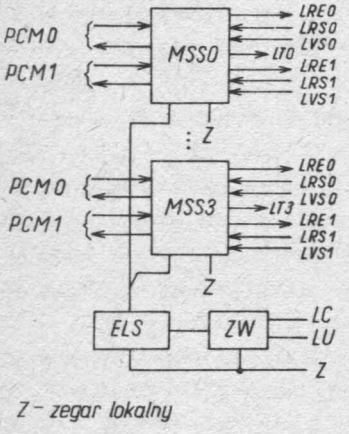
Generator niezależny każdej krotnicy nadaje ciągom impulsów własną częstotliwość oraz ustala chwile początków: ramki, wieloramki, kanałów i bitów. Przeto sygnały przychodzące różnymi traktami *PCM* do *GSS* mają nie tylko różne częstotliwości, lecz także różne fazy, w sensie ramki, wieloramki itd. Zadaniem urządzenia synchronizującego jest wyrównanie tych przesunięć fazowych pomiędzy traktami i względem zegara lokalnego. Ponieważ nie ma możliwości cofania się w czasie, więc w celu wyrównania przesunięć fazowych należy opóźnić sygnał przychodzący aż do wystąpienia zgodności numeru kanału przychodzącego z traktu z takim samym numerem wytworzonym przez zegar lokalny. Numer każdego kanału powtarza się z częstotliwością 8 kHz, tzn. co 125 μs. Opóźnienie maksymalne może więc wynosić 125 μs — — 3,9 μs = 121,1 μs. Wymaga to zastosowania odpowiedniej liczby pamięci. Jednakże przy współczesnej technologii układów scalonych rozwiązanie takie nie jest kosztowne. Zasadę tę ilustruje rys. 21.13. Pamięci te likwidują także fluktuację opóźnień fazowych tzw. **jitter** (cz. dżiter) występujących w traktach *PCM*.



Rys. 21.13. Zasada synchronizacji traktów *PCM*

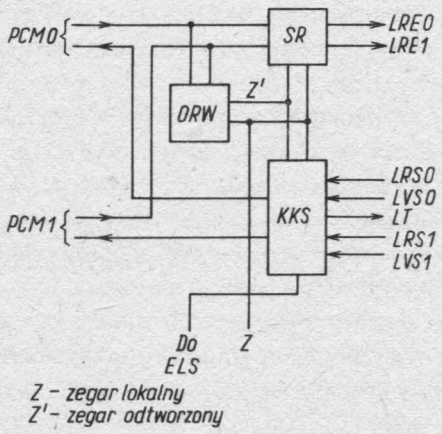
Generator odległy może mieć częstotliwość większą lub mniejszą względem generatora lokalnego tzn. może się śpieszyć lub opóźniać. W pierwszym przypadku nastąpi po pewnym czasie, zależnym od różnicy częstotliwości, tzw. strata słowa, tzn. słowo nie zostanie odczytane, a w drugim przypadku nastąpi zdublowanie jednego słowa, tzn. słowo to zostanie odczytane dwukrotnie. Aby nie dopuścić do powstawania tych zjawisk, lub co najmniej je złagodzić, urządzenia synchronizacji wykorzystują szczeliny czasowe 0 i 16 każdej ramki do dokonywania odpowiednich przesunięć w czasie kanałów rozmównych. Kanały 0 i 16 nie są przeznaczone do transmisji rozmowy, a więc nie są doprowadzane do pola czasowego i dlatego mogą być wykorzystywane do tego celu.

Na rys. 21.14 przedstawiono schemat blokowy grupy synchronizacji *GSS*. W skład grupy wchodzą: moduły synchronizacji satelitów *MSS* w liczbie 4, procesor *ELS* oraz zespół współpracy *ZW*. Każdy *MSS* synchronizuje dwa trakty *PCM*, które w systemie numeracji wewnętrznej łącznicy stanowią tzw. jednostkę *US*. Do każdego modułu *MSS*, od strony pola czasowego, są przyłączone telestrady *LRE, LRS, LVS* i *LT* obsługujące dwa trakty *PCM*. Sterowanie *GSS* dotyczy wydzielania kanałów sygnalizacyjnych, kierowania informacji w nich zawartych do zespołów sterujących łącznicy oraz wprowadzania informacji z zespołów sterujących łącznicy i pola komutacyjnego *LVS* w kanały sterujące. Synchronizowanie kanałów rozmównych nie jest, w zasadzie, sterowane przez *ELS*.



Rys. 21.14. Schemat blokowy grupy synchronizacji *GSS*

MSS — moduł synchronizacji satelitów, *ELS* — procesor, *ZW* — zespół współpracy



Rys. 21.15. Schemat blokowy modułu *MSS*

ORW — zespół odtwarzania ramki i wieloramki, *SR* — zespół synchronizacji kanałów rozmównych, *KKS* — zespół odtwarzania sygnalizacji kanał w kanał i semafor.

Na rys. 21.15 przedstawiono schemat blokowy *MSS*. W jego skład wchodzą zespoły: odtwarzania zegara odległego oraz wykrywania chwil początków ramek i wieloramek — *ORW*, kanałów typu „kanał w kanał" i semafor *KKS* oraz synchronizacji kanałów rozmównych *SR*. Odtworzony zegar odległy pozwala na zapisywanie kanałów wejściowych w pamięciach w rytmie ich nadawania. Stąd zegar ten musi być doprowadzony do *KKS* i *SR*. Odczytywanie kanałów z pamięci jest dokonywane w rytmie zegara lokalnego i dlatego jest on doprowadzony do wszystkich zespołów.

Część wyposażeń tych zespołów jest związana indywidualnie z poszczególnymi torami *PCM* i telestrad. Część zaś jest wspólna. Z tych względów na rys. 21.15 przedstawiono je jako wspólne dla dwóch traktów *PCM*.

Ponieważ każdy moduł jest jednostką *US*, więc sterowanie *GSS* uzupełnia każdą informację do zespołów sterujących swoim numerem porządkowym *US*.

Całość wyposażenia jednej grupy *GSS* mieści się na stojaku o wymiarach 740 × 488 × 2000 mm.

21.5. Grupa synchronizacji łączy analogowych GSM

Pole komutacyjne stopnia rozdzielczego łącznicy systemu E-10 jest polem czasowym, przystosowanym do komutowania jedynie kanałów *PCM* systemu TCK 30/32. W związku z tym wszystkie łącza analogowe łączące łącznicę systemu E-10 z łącznicami innych systemów, muszą być zamienione na łącza *PCM* powyższego systemu. Niezależnie od miejsca lokalizacji krotnicy *PCM* (w odległej centrali lub w centrum komutacyjnym E-10) trakt *PCM* musi być przyłączony do grupy synchronizacji *GSM*. Rozwiązanie to jest podyktowane dążnością do ujednolicenia sprzętu teletransmisyjnego — uniezależnienia jego rozwiązania od zastosowań w sieci. Łącznice innych systemów niż E-10 różnią się zewnętrznie między sobą rodzajami sygnalizacji komutacyjnej. W związku z tym o wiele łatwiej jest przystosować łącznicę systemu E-10 do tych różnych sygnalizacji w urządzeniu o sterowaniu programowym niż w krotnicy.

Schemat blokowy *GSM* i funkcje *GSM* są identyczne jak grupy *GSS*. Różnica między tymi urządzeniami tkwi w oprogramowaniu ich procesorów i odmienności rozwiązania zespołu *KKS*. Odmienność rozwiązania polega na usunięciu wyposażenia związanego z obsługą kanału typu semafor i rozbudowywaniem wyposażenia związanego z obsługą kanałów sygnalizacyjnych typu „kanał w kanał", jako że współpraca z translacjami jest dokonywana za pomocą 4 kanałów sygnalizacyjnych. Dlatego zespół ten w grupie *GSM* otrzymuje symbol *KK*, a moduł — symbol *MSM*.

Wyposażenie jednej grupy *GSM* obsługuje 8 traktów *PCM*, po dwa przez każdy moduł *MSM* i mieści się na jednym stojaku o wymiarach 740 × 488 × 2000 mm.

21.6. Grupa synchronizacji łączy cyfrowych GSC

Na łączach łączących dwie łącznice systemu E-10 stosowany jest specyficzny rodzaj sygnalizacji typu semafora i nie jest stosowany żaden inny rodzaj sygnalizacji. Zatem urządzenia synchronizujące te łącza muszą być dostosowane do współpracy z takimi łączami. W module synchronizacji który otrzymuje tu symbol *MSC* ulega zmianie zespół kanałowy, otrzymujący tu symbol *KS* zamiast *KKS* w *GSS* lub *KK* w *GSM*. Również ulega zmianie oprogramowanie procesora *ELS*, a do zespołu współpracy

ZW zostaje dołączona telestrada *LZ*, po której odbywa się współpraca multirejestru od danej łącznicy w kierunku łącznicy odległej.

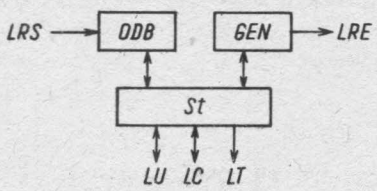
Wyposażenie *GSC* obsługujące do 8 traktów *PCM*, po 2 trakty przez każdy moduł, mieści się na stojaku o wymiarach 740 × 488 × 2000 mm.

21.7. Zespół sygnałów tonowych i pomocniczych ETA

Zespół *ETA* jest przeznaczony do: generowania sygnałów tonowych; sygnałów o różnych częstotliwościach potrzebnych np. w sygnalizacji wieloczęstotliwościowej *R2*; odbioru sygnałów różnych częstotliwości sygnalizacji wieloczęstotliwościowej; zestawienia połączeń konferencyjnych itp. W zależności od potrzeb sieci jest on odpowiednio wyposażony. Dlatego trudno jest zestawić jego dane podstawowe w sposób przejrzysty. Zespół *ETA* z racji swoich funkcji, różnych od funkcji omówionych jednostek przyłączeniowych jest rozwiązany odmiennie niż pozostałe jednostki przyłączeniowe. Jednakże ze względu na sposób jego przyłączenia do pola *PKc* oraz sposób traktowania przez zespoły sterujące łącznicy można go włączyć do jednostek przyłączeniowych.

Schemat blokowy *ETA* przedstawiono na rys. 21.16. Zespół składa się z trzech podstawowych urządzeń: odbiorników *ODB*, generatorów *GEN* oraz sterowania *St*. Zarówno *ODB* jak i *GEN* pracują cyfrowo. Zamiast zamieniania, przy odbiorze, ciągów słów kodowych *PCM* na sygnały analogowe i w znany sposób wydzielania sygnałów o określonych częstotliwościach, następuje analiza ciągów odbieranych słów kodowych przez sieć układów logicznych, które na tej podstawie określają częstotliwość sygnałów. Tak samo generatory nie generują sygnałów analogowych o określonych częstotliwościach, lecz ciągi słów kodowych *PCM*, które wytworzyłaby krotnica *PCM*, gdyby przyłączyć do niej sygnał o danej częstotliwości. Opis zasad pracy filtrów i generatorów cyfrowych oraz ich rozwiązań w systemie E-10 przekracza zakres niniejszego podręcznika.

Odbiorniki są związane z telestradą *LRSo*, gdyż sygnały doprowadzone do *ETA* są



Rys. 21.16. Schemat blokowy *ETA*
ODB — odbiornik, *GEN* — generator, *St* — sterowanie

wysyłane z pola *PKc*. Odbiorniki są przystosowane do odbioru sygnałów wieloczęstotliwościowych sygnalizacji *R2*, oraz sygnalizacji wieloczęstotliwościowej klawiatury numerowej aparatu telefonicznego. Odebrany sygnał zostaje zamieniony na sygnał zrozumiały dla zespołów sterujących łącznicy i przekazany do zespołu sterowania *St*. Ten we właściwej chwili wyprowadzi otrzymany sygnał w telestradę *LT*, spełniającą tę samą funkcję co w innych zespołach przyłączeniowych. Poszczególnym rodzajom odbiorników przyporządkowane są określone kanały w telestradzie *LRSo*.

Generatory cyfrowe generują sygnały o potrzebnych częstotliwościach, do których przede wszystkim należy sygnał 400 Hz. Sygnał ten może być ciągły oraz taktowany, dając potrzebne sygnały tonowe np. zgłoszenia, zajętości, marszrutowania. Każdemu sygnałowi przyporządkowany jest inny kanał w telestradzie *LREo*, z którą związane są generatory. Wysyłanie sygnałów tonowych następuje zwykle w innych chwilach niż wysyłanie sygnałów pozostałych. Zatem tym samym kanałom, w telestradzie *LREo*, mogą być przyporządkowane różne sygnały.

Jeżeli należy zestawić połącznie między jakimś traktem *PCM* i *ETA*, to *ETA* otrzymuje z cechownika rozkaz wyszukania wolnego odbiornika lub generatora i podania numeru łącza w *LRSo* lub *LREo*, do którego jest on w *ETA* przyłączony. Odbioru rozkazu i wydania odpowiedzi dokonuje zespół sterowania *St* po telestradzie *LU*. Zespół *St* jest programowany, lecz nie jest wyposażony w *ELS*. Jego czynności są proste i można było je rozwiązać w sposób specyficzny. Programowość zaś zapewnia możliwość wykonywania przez *ETA* różnych funkcji.

Ze względów niezawodnościowych instaluje się co najmniej 2 zespoły *ETA*. Większa liczba zainstalowanych zespołów *ETA* jest uwarunkowana wielkością natężenia ruchu obciążającego *ETA*.

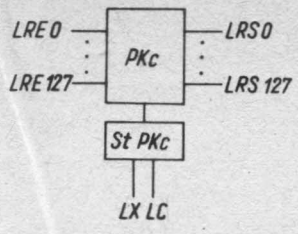
22. Czasowe pole komutacyjne PKc

Dane podstawowe:

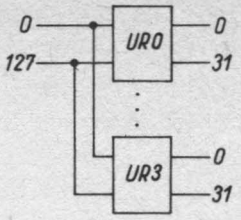
— maksymalna liczba telestrad przyjściowych *PCM — LRE*	128
— maksymalna liczba telestrad wyjściowycx *PCM — LRS*	128
— maksymalne natężenie ruchu załatwianego	1500 erlangów
— maksymalna liczba kanałów *PCM* przyjściowych	4096
— maksymalna liczba kanałów *PCM* wyjściowych	4096
— liczba sekcji	1
— straty	0 (bez blokady wewnętrznej)
— zasada komutowania kanałów *PCM*	zwielokrotnienie wtórne w telestradach pośredniczących
maksymalna liczba stojaków o wym. 740 × 488 × 2000 mm	4

Czasowe pole komutacyjne, oznaczone w literaturze dotyczącej E-10 i dokumentacji fabrycznej symbolem *CX-B*, jest przystosowane do komutowania kanałów *PCM*, utworzonych w krotnicach systemu TCK 30/32. Ogólny schemat blokowy pola przedstawiono na rys. 22.1. Właściwe pole *PKc* spełnia funkcje stopnia rozdzielczego. Jego sterowanie *St PKc* jest programowane i ograniczone do wykonywania poleceń przychodzących od zespołów sterujących łącznicy lub z centrum eksploatacji technicznej *CET* poprzez zespół *OC/OL*. Współpraca z zespołami sterowania łącznicy jest dokonywana za pośrednictwem telestrady *LX*, a z *CET* — poprzez telestradę *LC*.

W celu zachowania dużej elastyczności w dostosowywaniu pojemności pola do potrzeb sieci oraz pokonania trudności technologicznych, przyjęto ideę rozwiązania struktury pola taką, jak przedstawiona na rys. 22.2. Całość wyposażenia podzielono na cztery części zwane **jednostkami pola** *UR*. Każda jednostka *UR* ma maksymalną liczbę telestrad wyjściowych *LRS* równą 32. Odpowiada to liczbie kanałów w traktach *PCM* równej 1024 oraz liczbie kanałów rozmównych 32 × 30 = 960. Do każdej jednostki można przyłączać od strony wejść do 128 telestrad *LRE*, co odpowiada 4096 kanałom *PCM* i 3840 kanałom rozmównym. W celu uzyskania, po stronie wyjściowej, takiej samej maksymalnej liczby telestrad, a zatem i kanałów, jednostki pola zwielokrotniono na wejściach. W ten sposób z jednostek o pojemności 128 × 32 otrzymano pole jednosekcyjne o pojemności 128 × 128 telestrad *PCM*. Jednosekcyjność pola



Rys. 22.1. Ogólny schemat blokowy pola *PKc*
StPKc — sterowanie pola *PKc*

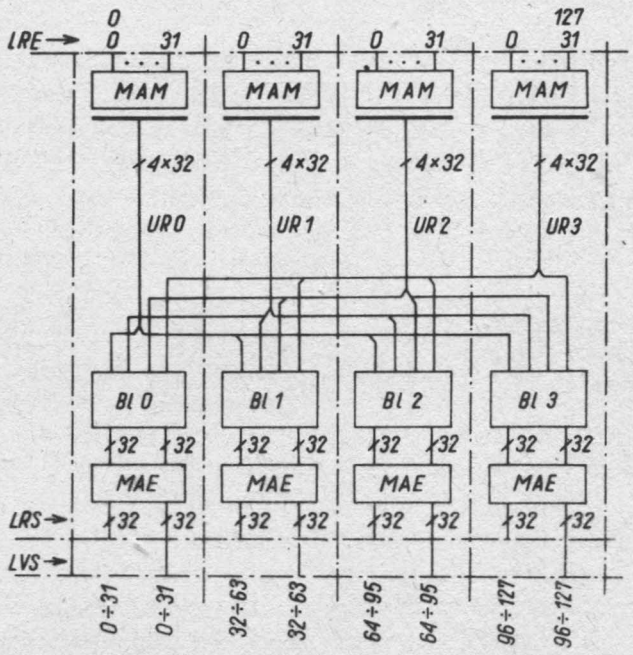


Rys. 22.2. Struktura pola *PKc*
UR — jednostka pola

o pełnej dostępności daje pole bez blokady wewnętrznej, a więc niewnoszące strat ruchu.

Ze względu na charakter telestrad nie mogą one być zwielokrotnione w zwykły sposób, przez proste zwarcie przewodów. Dlatego każda telestrada *LRE*, jest na wejściu pola zakończona wzmacniaczem. Każdy wzmacniacz ma 4 wyjścia prowadzące osobno do każdej jednostki pola. Wzmacniacze dla 32 telestrad *LRE* tworzą zespół *MAM*. Na rys. 22.3 przedstawiono schemat zwielokrotnienia *LRE* na 4 jednostki. Do każdego bloku *Bl* jednostki pola jest przyłączonych 128 telestrad *LRE*. Wyjściami każdego bloku *Bl* są rozmówne telestrady wyjściowe *LRS* oraz sygnalizacyjne telestrady wyjściowe *LVS* w liczbie 32 każdego rodzaju. Każda telestrada wyjściowa jest wyposażona we wzmacniacz *MAE*.

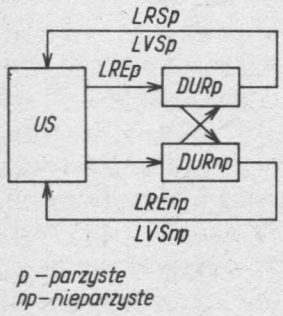
W celu zwiększenia niezawodności pracy pola i dalszego uelastycznienia eksploata-



Rys. 22.3. Schemat zwielokrotnienia telestrad LRE na 4 jednostki

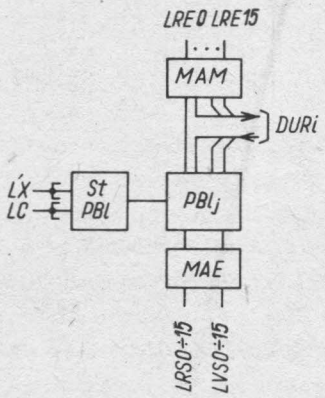
MAM — zespół wzmacniaczy wejściowych, *Bl* — blok wyjściowy, *MAE* — zespół wzmacniaczy wyjściowych

cyjnego każdą jednostkę podzielono na dwie równe i samodzielne części zwane półjednostkami *DUR*. Każda jednostka przyłączeniowa *US* jest połączona z polem *PKc* dwoma telestradami *LRE* i dwoma *LRS* oraz *LVS*. Półjednostkom i telestradom przyporządkowano numery 0 i 1. Przyję.o zasadę przyłączenia do półjednostki parzystej *DURp* telestrad parzystych, a do półjednostki nieparzystej *DURnp* — telestrad nieparzystych. Zasadę tę ilustruje rys. 22.4. Ponieważ każda półjednostka *DUR* stanowi niezależną całość funkcjonalną (rys. 22.5), więc dalszy opis pola można ograniczyć tylko do półjednostki.



Rys. 22.4. Zasada przyłączania jednostki przyłączeniowej *US* do jednostki pola *PKc* i podział jednostki na półjednostki

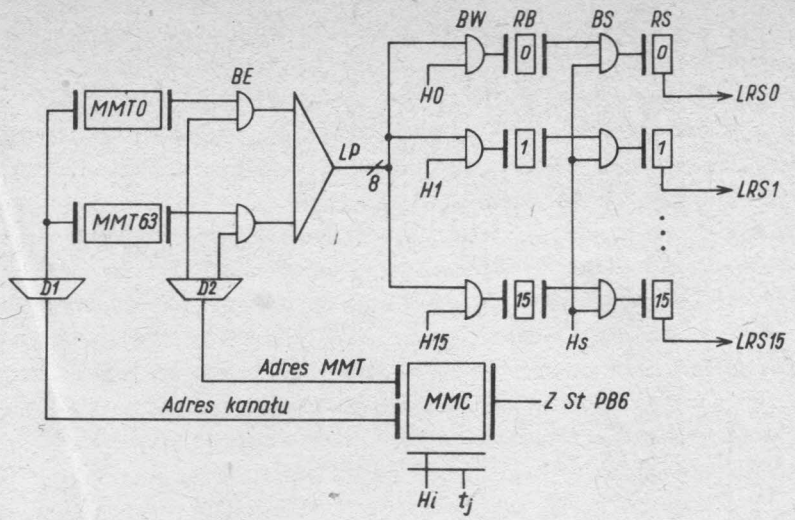
DUR — półjednostka



Rys. 22.5. Schemat blokowy półjednostki *DUR*

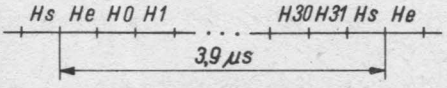
St PBl — Sterowanie półbloku

Ideę działania pola PKc przedstawiono na rys. 22.6. Każda telestrada *LRE* jest na wejściu pola zakończona pamięcią *MMT* o pojemności 32 słów 8 bitowych. W pamięci tej magazynowane są słowa kodowe *PCM* wszystkich kanałów telestrady, na wyjściu zaś pola każda telestrada *LRS* jest wyposażona w rejestr wyjściowy *RS*, odbierający słowa w sposób równoległy, wszystkimi bitami, i wydający zmagazynowane w nim słowa, w sposób szeregowy, bit po bicie. Jest to tzw. rejestr równoległo-szeregowy. W czasie trwania rozmowy słowa zawarte w określonym miejscu pamięci *MMT*, tzn. w określonym kanale przyjściowym, muszą zostać przepisane do rejestru *RS* w takiej chwili, aby mogły być wyprowadzone z tego rejestru w określonym kanale wyjściowym. W celu zapewnienia koincydencji tzn. zbieżności w czasie, dowolnego kanału z dowolnej telestrady przyjściowej z dowolnym kanałem w telestradzie wyjściowej wprowadzono telestradę pośredniczącą *LP* z wtórnym zwielokrotnieniem kanałów *PCM*. Jeżeli każdy kanał telestrady przyjściowej podzielić na tyle kanałów wtórnych, ile jest telestrad wyjściowych, to zawsze można stworzyć koincydencję między dowolną parą kanałów z dowolnych telestrad. W związku z tym każdy kanał *PCM* został podzielony na 34 wtórne szczeliny czasowe oznaczone od *H0* do *H31* oraz dodatkowe *He* i *Hs* (rys. 22.7). Każdy kanał *Hi* przyporządkowano telestradzie wyjściowej *LRS* o numerze *i*. Zatem przepisanie słowa z pamięci *MMT* do rejestru wyjściowego *RS* musi nastąpić w czasie gdy zachodzi koincydencja (jednoczesność, zbieżność w czasie) kanału *Hi* wyznaczając żądaną telestradę z wyjściowym kanałem *PCM*. Działanie takie

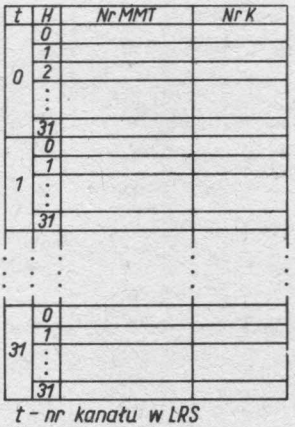


Rys. 22.6. Idea działania pola *PKc*

MMT — pamięć telestrad *LRE*, *BE* — bramki wejściowe, *LP* — telestrada pośrednicząca, *BW* — bramki wewnętrzne, *RB* — rejestry buforowe, *BS* — bramki wyjściowe, *RS* — rejestry wyjściowe, *MMC* — pamięć sterująca



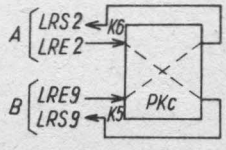
Rys. 22.7. Struktura kanałów zwielokrotnienia wtórnego



Rys. 22.8. Struktura pamięci *MMC*

zapewnia pamięć *MMC*. Pamięć ta zawiera 32 $H \times 32$ $t = 1024$ słów 12-bitowych. Każda półjednostka zawiera odpowiednią dla siebie połówkę pamięci *MMC* obejmującą 512 słów 12-bitowych. Strukturę zapisu informacji w pamięci *MMC* pokazano na rys. 22.8.

Poniższy przykład powinien pozwolić na lepsze zrozumienie opisanej zasady. Każde połączenie wymaga zestawienia dwóch dróg połączeniowych, takich jak na rys. 22.9.

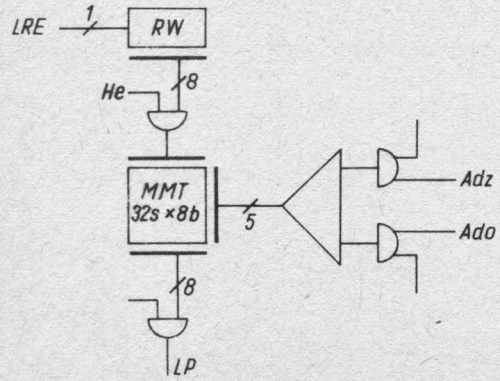


Rys. 22.9. Zasada zestawiania połączenia w *PKc*

Niech połączenie przebiega między *A*: *LRE2* w kanale *K6* z *B*: *LRE9* w kanale *K5*. Dla połączenia *LREA* z *LRSB* w pamięci *MMC* w słowie t_5 *H9* znajduje się zapis 2,6, co w zapisie binarnym ma postać 000001000110. Dla połączenia *LREB* z *LRSA* w pamięci *MMC* w słowie t_6 *H2* znajduje się zapis 9,5, co w zapisie binarnym ma postać 000100100101. Pamięć *MMC* jest adresowana ciągami impulsów kanałów *PCM* t_j i kanałów *Hi*. Gdy w kanale t_5 wystąpi impuls *H9* dając koincydencję t_5—*H9* następuje odczyt słowa znajdującego się pod tym adresem. Pierwszych 7 bitów zostaje skierowane do dekodera *D2* (rys. 22.6) wyznaczającego pamięć *MMT* związaną z telestradą *LRE2*, a pozostałe 5 bitów zostaje skierowane do dekodera *D1* wyznaczającego słowo 6. Dekoder *1* może wyznaczać kanały *6* we wszystkich pamięciach *MMT*. Nie spowoduje to ani zniszczenia zapisu, ani przekazania błędnej informacji, gdyż odczyt pamięci *MMT* jest nieniszczący, a tylko jeden zestaw bramek *BE* jest w stanie otwarcia przepuszczając 8 bitów po ośmiu przewodach do telestrady pośredniczącej *LP*. W tym samym czasie otwarta jest bramka *BW* sterowana ciągiem *H9*, dzięki czemu do rejestru *RB* telestrady wyjściowej *LRS9* zostaje wpisane słowo z pamięci *MMT2*. Pod koniec kanału *5*, w czasie trwania impulsu *Hs* następuje przepisanie słowa z *RB5* do *RS5*, skąd słowo to zostaje wysłane w telestradę *LRS9*. Gdy w kanale *6* wystąpi impuls *H2* następuje odczyt pamięci *MMT9* z kanału *5*, a słowo zostaje, poprzez telestradę *LP* przelane do rejestru *RB2*, a w impulsie *Hs* do rejestru *RS2* i dalej w telestradę *LRS2*.

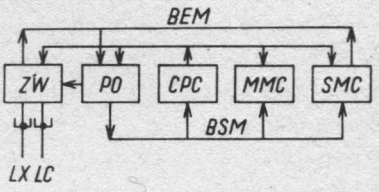
Jak z powyższego opisu i rys. 22.8 wynika, pamięć jednostki pola *UR* zawiera tyle słów, ile jest kanałów wyjściowych, tzn. $32 \times 32 = 1024$. Natomiast informacje zawarte w tej pamięci umożliwiają adresowanie wszystkich kanałów wejściowych $128 \times 32 = 4096$. Zapewnia to dostęp każdego kanału wejściowego do dowolnego kanału wyjściowego.

Każda półjednostka *DUR* jest wyposażona w układ zapisu pamięci *MMT* (rys. 22.10). Ciąg impulsów *PCM* z telestrady *LRE* dochodzi do rejestru szeregowo-równoległego *RW*. Po przyjęciu 8 bitów następuje przepisanie równoległe zawartości rejestru do pamięci *MMT*. Adres zapisu *Adz* wyznacza słowo pamięci, do jakiego ma być przesłana zawartość rejestru *RW*. Przesłanie słowa jest kontrolowane przez impuls *He*, aby zapis nie następował w okresie czasu przeznaczonym do odczytu, a wyznaczonym impulsami od *Ho* do *H31*. Adres odczytu *Ado* jest podawany z pamięci *MMC*.



Rys. 22.10. Schemat blokowy pamięci *MMT*
RW — rejestr wejściowy

Zespół sterujący półjednostki *StPBl* (rys. 22.11) składa się z: przetwornika programowanego *CPC*, pamięci operacyjnej *PO*, zespołu współpracy z zespołami sterującymi łącznicy *ZW*, pamięci *MMC* i czytnika *SMC* pamięci *MMC*. Rola przetwornika *CPC* polega na: zestawieniu połączenia, rozłączeniu połączenia, odnalezieniu drugiej strony połączenia gdy znana jest jedna strona, wprowadzaniu rozkazów w telestrady *LVS*. Polecenie wykonania którejkolwiek z tych czynności otrzymuje zespół *CPC* z telestrady *LX* poprzez zespół współpracy *ZW* i pamięć operacyjną *PO*. Ta ostatnia doprowadza właściwe informacje do poszczególnych zespołów za pomocą telestrady *BSM*. Telestrada *BEM* służy do wprowadzenia informacji do *PO* bądź z *ZW*, bądź z zespołu *SMC* odczytu pamięci *MMC*.



Rys. 22.11. Schemat blokowy zespołu sterującego półjednostki

ZW — zespół współpracy ze sterowaniem łącznicy, *PO* — pamięć operacyjna, *CPC* — przetwornik programowany, *MMC* —pamięć sterująca, *SMC* — czytnik pamięci *MMC*

Zestawienie połączenia polega na wpisaniu do pamięci *MMC* w odpowiednie słowa adresów telestrad *LRE* i kanałów biorących udział w połączeniu. Rozłączenie polega na wyzerowaniu tych słów. Odszukanie drugiej strony połączenia jest konieczne w procesie rozłączenia, gdy nastąpiło wykrycie odłożenia mikrotelefonu przez jednego z abonentów i chodzi o znalezienie drugiego abonenta. Znając numer telestrady *LRE* i *LRS* oraz kanału do jakich był przełączony abonent, który odłożył mikrotelefon łatwo jest znaleźć numer telestrad *LRE* i *LRS* oraz kanału drugiego abonenta. Pozostałe czynności przebiegają analogicznie.

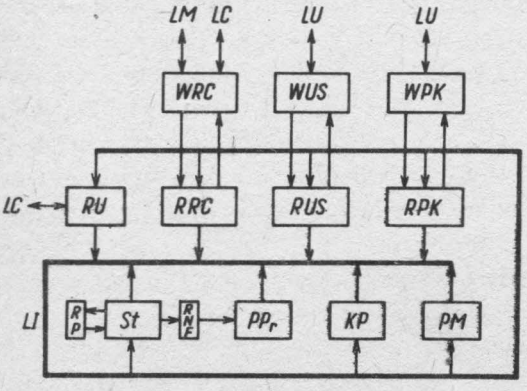
Najmniejszą jednostką konstrukcyjną pola *PKc* jest półjednostka zajmująca połowę jednego stojaka standardowego o wymiarach $740 \times 488 \times 2000$ mm. Rozbudowa pola może być dokonywana półjednostkami, aż do pojemności maksymalnej 8 półjednostek. Ponieważ częstotliwość podstawowa telestrady pośredniczącej *LP* wynosi 9,2 MHz, a układ połączeń zmienia się w zależności od liczby zainstalowanych półjednostek, praktycznym zaleceniem jest instalowanie stojaków na maksymalną przewidywaną pojemność i ich okablowanie. Wyposażenie stojaków w pakiety może wówczas następować bez zakłóceń w miarę potrzeby zwiększania pojemności pola.

23. Zespoły sterujące łącznicy

23.1. Cechownik MQ

Cechownik w systemie E-10 ma odmienne funkcje niż w łącznicach krzyżowych. Spełnia on funkcje pośredniczenia między: multirejestrami *MR*, polem czasowym *PKc* oraz jednostkami przyłączeniowymi *US* w fazach zestawiania lub rozłączania połączeń, gdy nie są one nadzorowane przez multirejestr *MR*. Cechownik jest brany do pracy gdy: wystąpi nowe zgłoszenie; wystąpi sygnał odłożenia mikrotelefonu; należy zestawić drogę połączeniową w *PKc;* należy dokonać próby *AbB*. Czas wykonywania zadań przez cechownik *MQ* jest krótki, więc jeden cechownik może obsłużyć wszystkie zestawiane połączenia. Ze względów niezawodnościowych łącznica zawiera 2 cechowniki działające na zasadzie podziału ruchu. W przypadku uszkodzenia jednego, drugi przejmuje na siebie cały ruch.

Schemat blokowy cechownika przedstawiono na rys. 23.1. Cechownik jest sterowany przez programowany zespół sterujący *St*, opracowany specjalnie dla *MQ*. Jego pamięć programu *PPr* zawiera 128 słów 40 bitowych. Ze względu na ograniczone przetwarzanie nie ma on własnej pamięci operacyjnej. Funkcje jej spełniają rejestry robocze *RRC, RUS,* i *RPK* zespołów współpracy odpowiednio: z multirejestrem i zespołem kontroli — *WRC;* z jednostkami przyłączeniowymi *WUS* i z polem komutacyjnym *WPK*. Zespół sterujący współpracuje z dwoma swoimi rejestrami: powrotu *RP* i następnej fazy *RNF*. W toku przetwarzania jakiegoś podprogramu może nastąpić konieczność jego przerwania i dokonania skoku do wykonywania innego podprogramu. Numer instrukcji programu, w której nastąpiło przerwanie zostaje wpisany do *RP*. W ten sposób zespół *St* może wrócić do wykonywania przerwanego podprogra-



Rys. 23.1. Schemat blokowy cechownika

WRC — zespół współpracy z multirejestrem i zespołem kontrolnym, *WUS* — zespół współpracy z jednostkami przyłączeniowymi, *WPK* — zespół współpracy z polem komutacyjnym *PKe*, *RU* — rejestr uszkodzeń, *RRC* — rejestr roboczy zespołu *WRC*, *RUS* — rejestr roboczy zespołu *WUS*, *RPK* — rejestr roboczy zespołu *WPK*, *RP* — rejestr powrotu, *St* — zespół sterujący programowany, *RNF* — rejestr następnej fazy, *PPr* — pamięć programu, *KP* — zespół kontrolnopróbny, *PM* — pulpit manipulacyjny

mu. W toku wykonywania podprogramu zespół *St* oblicza, na podstawie wyników przetwarzania, numer następnej instrukcji, który umieszcza w rejestrze *RNF*. Numer ten jest adresem słowa w *PPr*, które telestradą informacyjną *LI* zostaje doprowadzone do *St*.

Zespoły współpracy *WRC*, *WUS* i *WPK* stanowią zakończenia telestrad prowadzących do określonych zespołów łącznicy. Telestrada *LM* prowadzi do multirejestrów *MR*, a *LC* — do zespołu kontrolnego *OC*. Telestrady *LU* prowadzą indywidualnie do poszczególnych *US* i pola *PK*. Numer telestrady *LU* indentyfikuje zespół przyłączony do jej drugiej strony. Odbierając informacje z określonej *LU* cechownik zna numer zespołu, który tę informację nadał. Numerem zespołu nadającego cechownik uzupełnia informację, którą przesyła np. do multirejestru *MR*.

Informacje odbierane przez zespoły współpracy są umieszczane w ich rejestrach (*RRC*, *RUS*, *RPK*), co umożliwia właściwe ich zrozumienie i przetworzenie przez zespół sterujący *St*. Przy współpracy cechownika *MQ* z multirejestrami *MR*, jednostkami przyłączeniowymi *US* oraz zespołem kontrolnym *OC* zachodzi konieczność nawiązania współpracy oraz potwierdzenia poprawności odebrania. Wymienione zespoły nie zawsze są wolne (wyjątek stanowi pole komutacyjne, które zawsze przyjmuje informacje z *MQ*). Cechownik kieruje do nich, ze swego zespołu współpracy, sygnał zajęcia i czeka na potwierdzenie jego przyjęcia. Otrzymanie potwierdzenia oznacza istnienie połączenia między cechownikiem *MQ* a żądanym zespołem i cechownik może przekazać swoje informacje. Informacje do przekazania są wprowadzone, pod nadzorem zespołu *St*, do rejestru odpowiedniego zespołu współpracy. Przesłanie informacji nie powoduje jej wymazania z rejestru, co umożliwia skontrolowanie poprawności jej odbioru przez zespół docelowy. Ten ostatni bowiem, w określonych systemem warunkach, może przesłać zwrotnie całą lub część odebranej informacji. Ta zwrotna informacja jest porównywana z nadaną, zawartą jeszcze w rejestrze, przez zespół kontrolno-próbny *KP*. Stosownie do wyniku informacja jest nadawana ponownie lub cechownik przechodzi do innych działań.

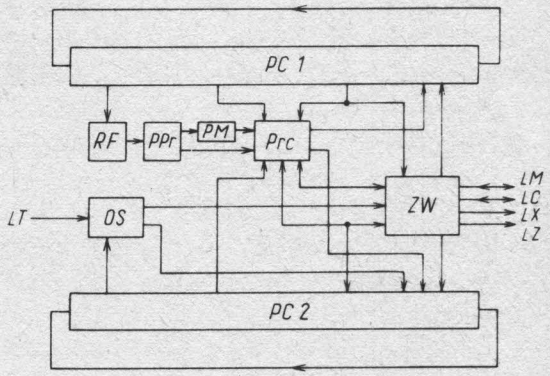
Każde błędne działania, w tym niepoprawne odebranie informacji, jest natychmiast rejestrowane w rejestrze uszkodzeń *RU* i kierowane do centrum eksploatacji technicznej poprzez telestradę *LC* i zespół kontrolny *OC*. W celu umożliwienia personelowi obsługi skontrolowania pracy cechownika, jego wyposażenie zawiera tzw. pulpit manipulacyjny *PM*, za pomocą którego można wymuszać wykonywanie określonych podprogramów lub poszczególnych rozkazów i obserwować działanie cechownika na wyświetlaczach. Czynności na pulpicie manipulacyjnym wykonuje konserwator, gdy znajduje się na sali stojaków. Łącznice E-10 są w zasadzie bezobsługowe. Personel obsługi znajduje się w centrum eksploatacji technicznej *CET*, które może być zlokalizowane z dala od łącznicy. Personel ten może dokonywać badań łącznicy, w tym cechownika *MQ*, za pośrednictwem zespołu *OC*. Dlatego istnieje zespół współpracy z *OC*, tj. *WRC*.

Jeżeli *MQ* otrzyma z jakiejś telestrady *LU* sygnał „nowe zgłoszenie", to:
— otrzymuje wraz z nim numer traktu *PCM* i numer kanału (*LR*, *K*);
— *WUS* uzupełnia tę informację numerem *US*;
— zapisuje całą informację w *RUS*;

— informacja zostaje przepisana do rejestru *RRC*;
— zespół *WRC* nawiązuje współpracę z multirejestrem *MR*;
— otrzymanie sygnału potwierdzenia oznacza, że wolny *MR* przyłączył się do *MQ*;
— cechownik przesyła zawartość *RRC* do multirejestru i odłącza się.
Jeżeli *MQ* otrzyma z *LU* sygnał rozłączenia, to:
— otrzymuje wraz z nim numery telestrady *LR* oraz kanału *K* w jakim jest zestawione połączenie oraz informację *AbA* lub *AbB*;
— *MQ* uzupełnia tę informację numerem *US* i całą umieszcza w *RUS*;
— następuje przeniesienie jej do rejestru *RPK* wraz z rozkazem odszukania współrzędnych (numery *US*, *LR* i *K*) drugiego końca rozłączanego połączenia;
— informacja z *PKc* zostaje umieszczona w *RPK* i następnie przesunięta do *RRC*;
— *WRC* nawiązuje współpracę z *MR*;
— po otrzymaniu sygnału zwrotnego z *MR* następuje przeniesienie zawartości z *RRC* do *MR*, obejmującej współrzędne obu końców połączenia oraz dane, która strona jest wywołująca, a która wywoływana;
— po otrzymaniu sygnału poprawnego odbioru cechownik odłącza się.
Jeżeli *MQ* otrzyma z *MR* polecenie dokonania próby *AbB*, to:
— otrzymuje z *MR* numer *US* i numer wyposażeniowy *AbB* w danym *US*;
Uwaga: w celu ujednolicenia formułowania meldunku przez *MQ* przyjęto przekazywanie numeru pierwszego i ostatniego łącza wiązki prowadzącej do *AbB*. *AbB* jest tu traktowany symbolicznie i może nim być abonent, wówczas oba numery są takie same, bądź może nim być wiązka łączy do centrali abonenckiej lub do innej centrali sieci, wówczas numery te są różne.
— formułuje meldunki zawierające numer pierwszego i ostatniego łącza wiązki i umieszcza je kolejno w *RUS*;
— *WUS* nawiązuje współpracę z danym *US* poprzez wybór właściwej *LU*;
— po otrzymaniu sygnału potwierdzenia przenosi zawartość *RUS* w telestradę *LU*;
— po otrzymaniu sygnału poprawnego odbioru przechodzi w stan oczekiwania na wynik próby;
— po otrzymaniu wyniku przenosi go do *RRC* i następuje nawiązanie współpracy z *MR*, który polecenie to wydał;
— po nawiązaniu współpracy zawartość *RRC* zostaje przeniesiona w *LM* i dalej do *MR*;
— otrzymanie potwierdzenia poprawnego odbioru zwalnia *MQ*.
Jeżeli *MQ* otrzyma z *MR* polecenie zestawienia połączenia w *PKc*, to:
— w *RRC* występują współrzędne kolejno obu stron (*AbA* i *AbB*) zestawianego połączenia;
— zawartość *RRC* jest przenoszona do *RPK*;
— *WPK* (bez nawiązywania współpracy) przenosi kolejno zawartość *RPK* do *PKc* najpierw dla połączenia *AbB—AbA*, a następnie dla połączenia *AbA—AbB*;
— po otrzymaniu sygnału potwierdzenia wykonania czynności w *PKc*, cechownik formułuje w *RRC* meldunek o tym fakcie do *MR*;
— cechownik zwalnia się po wykonaniu procedury współpracy z *MR*.
Są to typowe funkcje cechownika *MQ* ilustrujące ideę jego pracy.

23.2. Multirejestr MR

Multirejestr jest jedynym urządzeniem decyzyjnym w łącznicy systemu E-10, określającym co i gdzie ma być wykonane w procesie zestawiania i rozłączania połączeń. Jest to urządzenie programowane, przy czym jego procesor został specjalnie skonstruowany i dostosowany do potrzeb multirejestru. Schemat blokowy multirejestru *MR* przedstawiono na rys. 23.2. Procesor *Prc* pobiera instrukcje do swojej pracy z pamięci programu *PPr* i pamięci mikroinstrukcji *PM*. Takie rozwiązanie pozwoliło na zmniejszenie ogólnej pojemności pamięci zawierającej program. Mikroinstrukcje niejako uściślają instrukcje z *PPr*. Obie pamięci są obecnie wykonywane z układów scalonych typu *MOS*. Pojemność *PPr* wynosi 2048 słów 36-bitowych, a *PM* 64 słowa 20-bitowe. Pamięć operacyjną procesora *Prc* tworzą dwa, synchronicznie ze sobą pracujące rejestry przesuwne (*PC1, PC2*) ze sprzężeniem zwrotnym między ich wyjściami i wejściami. Tak wykonane rejestry przesuwne tworzą tzw. pamięci cyrkulacyjne, gdyż informacja do nich wprowadzona przemieszcza się, w rytmie zegara, wzdłuż rejestru, aż do jego końca, skąd dzięki sprzężeniu zwrotnemu powraca na początek rejestru. Rejestry przesuwne są zbudowane z przerzutników, zatem informacja, w postaci liczb binarnych, jest w nich zapisana w postaci szeregowej i tak też się przemieszcza wzdłuż rejestrów.



Rys. 23.2. Schemat blokowy multirejestru

PC — pamięć cyrkulacyjna, *RF* — rejestr fazy, *PPr* — pamięć programu, *PM* — pamięć mikroinstrukcji, *Prc* — procesor, *OS* — zespół odbioru sygnalizacji, *ZW* — zespół współpracy

Pamięci cyrkulacyjne *PC1* i *PC2* multirejestru *MR* mają pojemność 10560 bitów każda. W celu umożliwienia dokonywania odczytów i zapisów informacji oraz jej przetwarzania rejestr przesuwny podzielono na trzy części: dwie robocze i jedną magazynową. Części robocze tworzą rejestry przesuwne o pojemności 160 bitów każdy, a część magazynowa jest utworzona z rejestru przesuwnego o pojemności 10240 bitów. Między częścią magazynową i jedną roboczą oraz między częściami roboczymi, poczynając od części magazynowej w kierunku przesuwania informacji, są włączone układy odczytu. Między drugą częścią roboczą i częścią magazynową włączony jest trzeci układ odczytu i układu zapisu. Obie pamięci są identyczne, lecz przeznaczone do przechowywania różnych informacji. W *PC1* gromadzone są informacje związane z przetwarzaniem: nr instrukcji, parametry, kategoria *AbA*, rodzaj sygnalizacji na łączach, liczba cyfr w numerze katalogowym *AbB*, cyfry numeru *AbB* (do 12 cyfr) itp.

W *PC2* zaś gromadzone są informacje stanowiące dane pomocnicze do przetwarzania oraz określające zestawiane połączenie: adres *AbA*, adres *AbB*, adres odbiornika sygnałów wieloczęstotliwościowych, liczniki temporyzacji, stany łączy, rodzaj połączenia, nr instrukcji powrotu.

Wszystkie informacje potrzebne multirejestrowi do zestawienia lub rozłączenia połączenia mieszczą się w 320 bitach. Tworzą one tzw. **słowo multirejestru** (słowo *MR*). Słowo to jest podzielone na dwie części, tzw. półsłowa po 160 bitów każde i umieszczone w pamięci *PC1* i *PC2*. Każda pamięć *PC* może pomieścić 10560:160 = 66 półsłów *MR*. Zatem jeden *MR* może obsługiwać jednocześnie (w sensie czasu trwania zestawiania połączenia) 66 połączeń. Stąd jego nazwa.

W celu zapewnienia, że połączenie zestawiane w dowolnym z 30 kanałów *PCM* może być obsługiwane przez multirejestr, czas występowania jednego słowa *MR* do przetwarzania wynosi 125 μs. Zatem czas dostępu do słowa wynosi 125 μs·66=8250 μs=8,25 ms. Z powyższych danych wynika, że rejestry robocze mają 2 długości słów *MR*, a część magazynowana ma pojemność 64 słów *MR*.

Z istoty pamięci cyrkulacyjnej wynika, że za każdym dostępem do słowa *MR* może być wykonany tylko jeden krok przetwarzania, tzn. może być wykonana tylko jedna instrukcja programu. W czasie wpisywania półsłowa pamięci *PC1* do pierwszego rejestru roboczego następuje odczyt numeru instrukcji zapisanego w tym półsłowie. Numer ten zostaje umieszczony w rejestrze fazy *RF*. Zawartość *RF* jest adresem instrukcji w pamięci *PPr*. Po wprowadzeniu jednego słowa *MR* do pierwszego rejestru roboczego następuje odczyt instrukcji z pamięci programu. Przy przechodzeniu do drugiego rejestru roboczego następuje przetwarzanie informacji znajdujących się w obu półsłowach *MR* i jednocześnie wprowadzane jest następne słowo do pierwszych rejestrów roboczych obu pamięci i następuje odczyt instrukcji dla następnego słowa. Wynik przetwarzania jest wprowadzany do *PC1* i *PC2*, gdy słowo *MR* przechodzi z drugiego rejestru roboczego do części magazynowej.

Współpraca multirejestru *MR* z pozostałymi urządzeniami łącznicy jest przeprowadzana za pomocą telestrad *LM*, *LC*, *LX*, *LZ* oraz *LT*. Do współpracy z pierwszymi 4 rodzajami telestrad służy zespół współpracy *ZW*, a do współpracy z telestradą *LT* zespół odbioru sygnalizacji *OS*.

Multirejestr pracuje następująco:

A. Wzięcie rejestru (słowa MR) do pracy

Multirejestr mając choćby jedno słowo wolne obserwuje telestradę *LM* w celu wykrycia sygnału nawiązywania współpracy wysłanego z cechownika *MQ*. W celu niedopuszczenia do przyłączenia więcej niż jednego multirejestru do zestawianego połączenia każdy multirejestr ma swój odcinek czasu w telestradzie *LM*. W wyniku wykrycia tego sygnału zespół *ZW* wysyła do cechownika sygnał żądający przekazania informacji z jego rejestru *RRC*. Informacja zostaje wpisana do wolnego słowa *MR* i *ZW* wysyła sygnał poprawnego odbioru. W ten sposób multirejestr, a właściwie rejestr w postaci słowa *MR*, został przyłączony do zestawianego lub rozłączanego połączenia.

B. Analiza wstępnych danych

Po otrzymaniu informacji z cechownika multirejestr dokonuje ich analizy. Po pierwsze kontroluje czy jest to nowe zgłoszenie czy rozłączenie. Znając rodzaj jego przywołania żąda od przelicznika *TR*, po telestradzie *LM*, danych o abonencie lub łączu, które spowodowało jego przyłączenie. Analiza otrzymanych danych umożliwia multirejestrowi właściwe zorientowanie programu, tzn. wyznaczenie właściwego podprogramu. Jeśli jest to nowe zgłoszenie, to dane z *TR* określają rodzaj sygnalizacji w łączu inicjującym połączenie: klawiatura lub tarcza numerowa, w przypadku abonenta lub sygnalizacja prądem stałym czy wieloczęstotliwościowa. Odpowiedzi na te pytania określają czy trzeba zestawić połączenie w *PKc* do odpowiedniego odbiornika w *ETA* czy też nie. W przypadku, gdy nie trzeba przyłączać odbiornika w *ETA* multirejestr nakazuje cechownikowi zestawienie połączenia z kanałem sygnału zgłoszenia w *ETA*. Czas wykonywania tych czynności do chwili wysłania sygnału zgłoszenia wynosi 0,3...0,6 s, w zależności od natężenia ruchu.

C. Odbiór i analiza numeru katalogowego AbB

Stan telestrady *LT* odpowiada stanowi łącza z sygnalizacją prądem stałym lub stanowi odbiornika w *ETA*. Co 8,25 ms multirejestr sprawdza stan tej telestrady *LT*, która prowadzi do *US*, skąd nadeszło zainicjowanie połączenia. Impulsy wybiercze lub cyfry (w przypadku *ETA*), są magazynowane na właściwych miejscach słowa *MR*. Po odebraniu pierwszej przerwy lub cyfry multirejestr powoduje odłączenie sygnału zgłoszenia. Po odebraniu każdej cyfry multirejestr dokonuje analizy odebranych cyfr w celu określenia kierunku zestawianego połączenia. W celu dokonania poprawnie analizy, multirejestr powinien znać pierwsze cyfry numeru katalogowego *AbB*. Jeśli połączenie jest inicjowane przez abonenta łącznicy E-10, to multirejestr otrzyma wszystkie cyfry. Jeśli połączenie jest inicjowane przez abonenta przyłączonego do centrali biegowej, np. Strowgera, to multirejestr nie otrzyma pierwszych cyfr z tamtej centrali. Istnieje możliwość ich odtworzenia za pomocą przelicznika *TR*. Przelicznik *TR* ma do swych pamięci wpisane dane określające cyfry jakie musiały być nadane przez *AbA* odległej centrali, aby trafić do danej łącznicy E-10. Multirejestr odtwarza te cyfry i dokonuje ich analizy jeszcze w etapie *B*, co ułatwia mu podjęcia decyzji w niniejszym etapie *C*.

Analiza numeru jest również niezbędna do określenia długości numeru katalogowego *AbB*, aby w połączeniach tranzystowych lub wychodzących znać chwilę zakończenia odbioru tego numeru. Konieczność ustalenia tej chwili wynika stąd, że przez pole *PKc* nie przechodzi sygnalizacja, więc multirejestr musi być angażowany przez cały czas zestawienia takich połączeń, także do retransmitowania informacji wybierczych. Długość numeru pozwala multirejestrowi na określenie chwili zakończenia odbioru tego numeru i na przejście do innych czynności. Jeżeli analiza wykaże, że nie można określić długości numeru, wówczas multirejestr uruchamia temporyzację. Przekroczenie czasu temporyzacji uznaje on za koniec wybierania i przechodzi do innych czynności.

Gdy multirejestr wykryje, że połączenie jest wychodzące i zna jego kierunek lub, że jest to połączenie do abonenta tej łącznicy, kieruje do przelicznika żądanie przeliczenia numeru katalogowego na numer wyposażeniowy. Jeżeli jest to połączenie wychodzące, to przelicznik *TR* podaje numery pierwszego i ostatniego łącza wiązki. Jeżeli jest to połączenie do abonenta łącznicy, to podaje jego numer wyposażeniowy.

D. Próba AbB lub łączy w wiązce

Multirejestr przywołuje po telestradzie *LM* cechownik *MQ* i przekazuje do niego żądanie wykonania próby *AbB* lub próby wiązki łączy wyjściowych, wraz z numerami wyposażeniowymi. W przypadku zajętości wszystkich łączy w wiązce, multirejestr żąda od *TR* podania danych drugiej wiązki (jeżeli istnieje) lub wiązki obejściowej (jeżeli istnieje). Brak wolnego łącza w wymaganym kierunku powoduje na rozkaz *MR* zestawienie połączenia z kanałem sygnału zajętości *ETA* lub wysłanie do odległej centrali sygnału o zajętości kierunku.

W przypadku próby *AbB* danej łącznicy, cechownik wysyła meldunek do jednostki przyłączeniowej *US*, w której znajduje się *AbB* z poleceniem dokonania próby. Jeżeli *AbB* jest zajęty lub gdy czas oczekiwania na zwolnienie się jakiegoś kanału *PCM* tej *US* jest większy niż 16 s, to do *AbA* zostaje wysłany sygnał zajętości. Jeżeli *AbB* jest wolny i jest wolne łącze *PCM*, to *US* zestawia połączenie od *AbB* do kanału *PCM* i przekazuje do *MQ* meldunek zawierający numer traktu i kanału, do jakiego *AbB* został przyłączony.

E. Zestawienie połączenia

Pozytywny wynik próby *AbB* pozwala na wysłanie sygnału dzwonienia i zwrotnego dzwonienia, jeżeli jest to połączenie lokalne. Rytm dzwonienia nadaje multirejestr wysyłając rozkazy przyłączenia źródła dzwonienia w *US AbA*. Gdy *AbB* podniesie mikrotelefon multirejestr nakazuje zestawienie połączenia kierując do cechownika odpowiedni rozkaz. Po otrzymaniu informacji, że połączenie zostało zestawione, multirejestr zeruje swoje słowo, odłączając się tym samym od połączenia.

F. Rozłączenie

Jeżeli w etapie *A* multirejestr stwierdzi, że został on przyłączony w celu dokonania rozłączenia i zostało ono zainicjowane przez *AbA*, to multirejestr nakazuje dokonanie rozłączenia *AbA-AbB* i zestawienie połączenia *AbB* — sygnał zajętości z *ETA*. Jeżeli *AbB* nie odłoży mikrotelefonu w ciągu 60 s, to połączenie z sygnałem zajętości zostanie rozłączone, a do *CET* zostanie wysłany meldunek o tej anomalii i multirejestr odłącza się.

Jeżeli rozłączenie zainicjował *AbB*, to multirejestr rozpoczyna temporyzację 90 s. Jeżeli w tym czasie nastąpi podniesienie mikrotelefonu przez *AbB*, to multirejestr zwalnia się i połączenie nadal istnieje. Jeżeli w tym czasie *AbA* odłoży mikrotelefon,

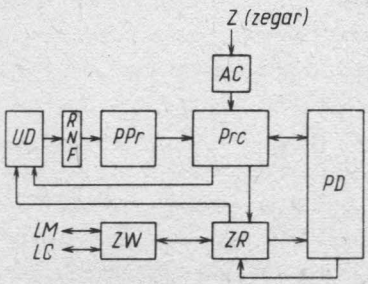
to następuje natychmiast rozłączenie. Jeżeli zostanie przekroczony czas temporyzacji (90 s), to następuje rozłączenie strony *AbB* i zestawienie połączenia *AbA* — sygnał zajętości. Jeżeli w ciągu 60 s *AbA* nie odłoży mikrotelefonu, to połączenie zostaje rozłączone i wysłany meldunek do *CET* o tej anomalii. Po otrzymaniu z *MQ* informacji o wykonaniu zadania multirejestr zwalnia się, przez wyzerowanie swojego słowa.

Minimalna liczba multirejestrów wynosi 2 (niezawodność), a maksymalna — 8. Liczby te są równoważne rejestrom komutacyjnym w łącznicach krzyżowych odpowiednio 132 i 528.

23.3. Przelicznik TR

Przelicznik *TR* jest urządzeniem programowanym, stanowiącym uzupełnienie wyposażenia multirejestru *MR*, przeznaczonym do przechowywania danych związanych z: abonentami, łączami międzycentralowymi, otoczeniem łącznicy w sieci. W pamięciach przelicznika gromadzone są dane o: klasach (kategoriach) abonentów, obejmujących ich uprawnienia do zestawienia połączeń (ograniczenia zasięgu połączeń), korzystania z dodatkowych udogodnień oferowanych przez łącznicę, rodzaj aparatu (klawiatura, tarcza), numery katalogowe i wyposażeniowe abonentów itp.; rodzajach łączy międzycentralowych, głównie o rodzajach sygnalizacji liniowej i rejestrowej tych łączy, wiązkach łączy w poszczególnych kierunkach, ich numery wyposażeniowe, rodzaj taryfikacji, wiązki bezpośrednie i obejściowe w poszczególnych kierunkach itp.; rodzajach łącznic współpracujących i cyfrach jakie musiały być w nich pochłonięte, aby dotrzeć do danej łącznicy itp. Wyposażenie każdego multirejestru w taką pamięć jest nieekonomiczne, gdyż czas pobierania informacji z przelicznika jest bardzo krótki w stosunku do czasu zajętości multirejestru. Dlatego dane te są zebrane w jednym urządzeniu, obsługującym wszystkie multirejestry łącznicy. Ze względów niezawodnościowych urządzenie to jest zdublowane.

Schemat blokowy przelicznika *TR* przedstawiono na rys. 23.3. Sterowanie tego urządzenia jest ograniczone do wyszukiwania informacji w pamięci danych *PD* oraz do współpracy z multirejestrem i zespołem *OC*. W związku z tym sam procesor *Prc*, jego pamięć programu *PPr* są bardzo małe i specjalnie skonstruowane dla potrzeb przelicznika. Zastosowanie procesora, a nie odpowiednio skomplikowanego okablo-



Rys. 23.3. Schemat blokowy przelicznika

UD — układ decyzyjny, *RNF* — rejestr następnej fazy, *PPr* pamięć programu, *Prc* — procesor, *AC* — generator adresów czasowych, *PD* — pamięć danych, *ZR* — zespół rejestrów, *ZW* - zespół współpracy

wania, wynika z dążności do zapewnienia elastyczności eksploatacyjnej łącznicy. Zmiana pamięci *PD*, jej zawartości informacyjnej, zasad współpracy itp. nie wymaga tu zmian okablowania, a tylko zmian w pamięci programu.

Zasady pracy procesora są dostosowane do rodzaju pamięci *PD*. Pamięć ta jest zbudowana z szeregu pamięci cyrkulacyjnych zwanych **pamięciami jednostkowymi**, o pojemności 10240 bitów każda. Z pamięci jednostkowych, tworzone są ich zestawy, tzw. **typy pamięci**, o różnych pojemnościach i ściśle określonych rodzajach informacji w nich zawartych. Informacje w *PD* są przechowywane w słowach o długościach 20, 40 i 160 bitów. W jednej pamięci jednostkowej mogą być umieszczone informacje o takiej samej długości. Ogólna pojemność pamięci *PD* w każdej łączniey może być różna. Wyróżnia się następujące typy pamięci w przeliczniku *TR*:

LAN — analizy numerów,
LCP — zgodności numerów kierunkowych,
LAB — abonentów lokalnych
LDA — kategorii abonentów,
LNF — numerów wiązek łączy,
LAF — adresów wiązek łączy,
LST — przeliczeń specjalnych,
LDC — kategorii łączy międzycentralowych,
LTT — numerów taryf,
LTF — przeniesień,
LSNC, LNC — numerów skróconych.

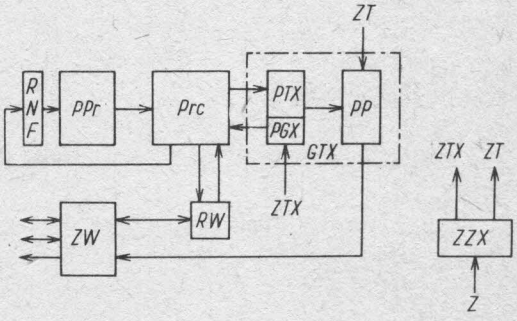
Na podstawie otrzymanego z *MR* rozkazu przeliczenia wraz z informacją o jakie przeliczenia chodzi, sterowanie przelicznika TR musi wybrać określony typ pamięci, a następnie odpowiednie słowo, cyrkulujące w pamięci. Z faktu tego wynika specyfika sterowania i obecność zespołu *AC* generującego adresy czasowe z zegara łącznicy. Pamięć programu *PPr* ma pojemność 512 słów 40-bitowych. Jest ona adresowana z rejestru numeru fazy *RNF*, do którego numer słowa programu (lub mówiąc inaczej fazy) jest wprowadzany przez układ decyzyjny *UD*. Numer fazy jest określony początkowo przez informację z *MR* odebraną przez zespół współpracy *ZW* i wprowadzoną do zespołu rejestrów *ZR* pełniących funkcję pamięci operacyjnej procesora *Prc*. Następne słowa programu są określane przez wyniki przetwarzania. Procesor *Prc* wprowadza, w konsekwencji przetwarzania, adres przestrzenny typu pamięci i pamięci jednostkowej do zespołu rejestrów *ZR*. Adres ten jest kierowany do pamięci *PD*. Jednocześnie procesor *Prc*, z pomocą zespołu adresów czasowych *AC*, wyznacza adresy czasowe słów informacji w *PD* i kieruje je do *PD*. Informacje potrzebne multirejestrowi są przepisywane z *PD* do zespołu rejestrów *ZR*, skąd są pobierane przez zespół współpracy *ZW* i wysyłane w telestradę *LM* i dalej do multirejestru *MR*. Współpraca z zespołem *OC* przebiega w sposób analogiczny po telestradzie *LC*.

Informacje zawarte w przeliczniku decydują o poprawnym zestawianiu połączeń. Są one bardzo ważne, stąd w systemie E-10 przedsięwzięto środki zabezpieczające te informacje przed zniszczeniem lub powstawaniem w nich błędów. Jednym z takich środków jest zdublowanie wyposażenia przelicznika. Inna metoda polega na częstym

automatycznym badaniu przelicznika przez centrum eksploatacji technicznej *CET*. Tam też zmagazynowane są informacje przelicznika *TR*, każdej łącznicy nadzorowanej przez dane *CET*, na dwóch różnych nośnikach informacji: pamięci dyskowej i taśmie dziurkowanej (perforowanej). Z chwilą wykrycia błędu lub uszkodzenia *CET* może wyłączyć jeden przelicznik, zbadać go i wprowadzić zdalnie pełną zawartość informacyjną przelicznika.

23.4. Taryfikator TX

Taryfikator *TX* jest urządzeniem programowanym, odpowiadającym zestawowi liczników abonenckich w łącznicach nieelektronicznych. Dokonuje on obliczania opłaty, w jednostkach taryfowych, za każde zestawiane połączenie. Obliczona opłata jest przesyłana do centrum eksploatacji technicznej *CET*, gdzie prowadzone są konta abonentów danej łącznicy E-10. Obliczona opłata zostaje tam doliczona do konta abonenta. Dane do obliczeń opłaty otrzymuje taryfikator *TX* z multirejestru *MR*. Zawierają one: numer *AbA* oraz numer taryfy, określający częstotoliwość impulsów jakie mają być zliczane w czasie trwania połączenia, kategorię abonenta mówiącą, czy abonent ma licznik kontrolny przy swoim aparacie czy też nie. W pierwszym przypadku taryfikator *TX* musi wysyłać rozkazy telezaliczania *LTZ* do pola *PKc* po telestradzie *LX*. Sterowanie programowane wprowadzono tu z tych samych względów co i w przeliczniku *TR*, w celu zwiększenia jego elastyczności eksploatacyjnej.



Rys. 23.4. Schemat blokowy taryfikatora

RW — rejestr współpracy, *GTX* — grupa taryfikacyjna, *PTX* — pamięć taryfikacyjna, *PGX* — przetwornik słów, *PP* — pamięć pomocnicza, *ZZX* — zegar taryfikacyjny, reszta oznaczeń jak na rys. 23.3

Schemat blokowy taryfikatora *TX* przedstawiono na rys. 23.4. Zadania procesora są tu ograniczone do: współpracy z telestradami *LM*, *LC* i *LX*, a za ich pośrednictwem z multirejestrami *MR*, zespołem kontrolnym *OC* i polem *PKc*, oraz wyznaczenia, zajęcia i zwolnienia słowa taryfikacji, w którym dokonywane jest zaliczanie. Dlatego procesor *Prc* został specjalnie skonstruowany do tego celu. Jego pamięć programu *PPr* zawiera 32 słowa 20-bitowe. Adres słowa programu jest wprowadzony do rejestru numeru fazy *RNF* przez procesor *Prc* na podstawie otrzymanego rozkazu, zaczerpniętego z rejestru współpracy *RW*, bądź w wyniku przetwarzania. Rejestr *RW* spełnia funkcje pamięci operacyjnej.

Obliczanie opłat za połączenia jest dokonywane w tzw. grupach taryfikacyjnych *GTX*. Jedna grupa *GTX* obsługuje jedną grupę 16 *US*, tzn. jedną czwartą wszystkich

jednostek przyłączeniowych łącznicy. Ponieważ w łącznicy może być maksymalnie 64 *US*, więc taryfikator *TX* zawiera 4 grupy *GTX*. Taryfikator dokonuje zaliczania nie tylko dla abonentów własnej łącznicy, lecz także taryfikuje np. połączenia tranzytowe, wysyłając impulsy zaliczające do odległej centrali zamiast do *CET*. Dlatego pojemność *TX* musi być równa liczbie jednostek przyłączeniowych. Gdyby bowiem obsługiwał tylko własnych abonentów, to jego pojemność mogłaby być ograniczona do dwóch grup *GTX*, gdyż $2 \times 16 \times 512 = 16384$.

Każda grupa *GTX* składa się z pamięci taryfikacyjnej *PTX*, przetwornika słów *PGX* oraz pamięci pomocniczej *PP*. Pamięć taryfikacyjna *PTX* składa się z czterech pamięci cyrkulacyjnych o pojemności 10400 bitów każda. Łącznie pojemność *PTX* jednej grupy *GTX* wynosi 41600 bitów. Każdemu obsługiwanemu połączeniu jest przyporządkowane słowo taryfikacyjne *STX* o długości 80 bitów. Zatem liczba słów *STX* w *PTX* wynosi 520, a w jednej pamięci cyrkulacyjnej 130. Liczba słów w *TX* wynosi $520 \times 4 = 2080$. W słowie *STX* zawarty jest numer *AbA*, numer taryfy, licznik impulsów taryfowych, licznik telezaliczania oraz pamięć temporyzacji. Numer *US* zawarty w numerze *AbA* określa numer grupy *GTX*, a numer taryfy określa jakie ciągi zegara taryfikacyjnego *ZZX* podlegają zliczaniu i jakie na nich mają być wykonane operacje.

Przetwornik *PGX* dokonuje zmian zapisów w pamięci *PTX*,tzn. dodaje jednostkę do zawartości licznika opłaty, odejmuje jednostkę taryfową od licznika telezaliczania po wysłaniu impulsu *TLT* oraz zwiększa jego zawartość wraz ze wzrostem licznika opłat. Przetwornik może także dokonywać zmniejszania częstotliwości impulsów zegarowych stosownie do numeru taryfy. Czas jednego przetworzenia wynosi 62,5μs. Czas dostępu do słowa *STX* wynosi 32,5ms.

Pamięć pomocnicza *PP* jest pamięcią cyrkulacyjną o pojemności 160 bitów. Służy ona do przygotowywania danych przeznaczonych do przesłania do pola *PKc* (telezaliczanie do abonentów i łączy *mc*) (*mc* — międzycentralowych) oraz do zespołu *OC*. Informacje z pamięci *PP* są wprowadzane do rejestru wyjściowego w zespole współpracy *ZW*.

Zegar łącznicy zasila zespół zegarów taryfikacyjnych *ZZX*. Zespół ten wytwarza dwa rodzaje ciągów impulsów: ciągi tzw zegara temporyzacji *ZT* i ciągi tzw zegara taryfikacyjnego *ZTX*. Pierwszy służy do odmierzania czasów np odstępów zaliczania, a drugi dostarcza impulsów zliczanych do opłaty. Zegar *ZZX* może dostarczać 31 ciągów impulsów, tzw, zegarów, dla taryf dziennych i tyleż dla taryf nocnych. Czas trwania impulsu we wszystkich zegarach wynosi 50ms. Impulsy z zegara są zliczane w liczniku przetwornika *PGX* stosownie do numeru taryfy, przy czym zakres zliczania może być łatwo zmieniony przez zmianę programu w okablowaniu. W procesie zliczania można uzyskać okresy impulsów zaliczających od 100 ms do np. 653 s.

Taryfikator zlicza impulsy taryfikacyjne, aż do chwili otrzymania z multirejestru rozkazu wstrzymania taryfikacji w procesie rozłączania. Wówczas taryfikator przygotowuje meldunek do *CET*, w celu doliczania do konta *AbA* należności za połączenie. Jeśli *AbA* było łącze międzycentralowe, to taryfikator wyzeruje swoje słowo, gdy licznik telezaliczania zostanie sprowadzony do zera, tzn. gdy w łącze zostaną wysłane

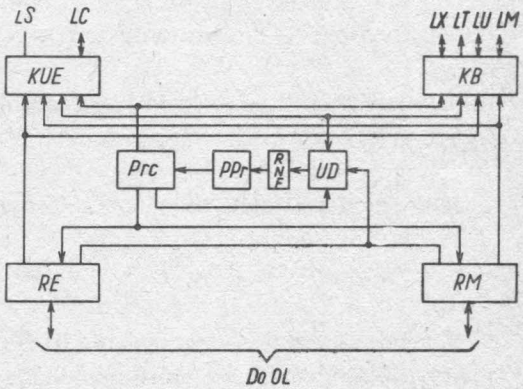
wszystkie impulsy zaliczające. Przy telezaliczaniu doliczenie jednostki do licznika opłaty powoduje powiększenie zawartości licznika telezaliczania o 1. Wysłanie rozkazu telezaliczania powoduje odjęcie 1 od licznika telezaliczania.

23.5. Zespół kontrolny OC

Zespół kontrolny *OC* stanowi zakończenie centrum eksploatacji technicznej *CET* w danej łącznicy lub, inaczej, stanowi końcówkę komputera, zainstalowanego w *CET*. Zespół *OC* służy do przekazywania informacji w postaci meldunków do *CET* i odwrotnie. Zespół *OC* odbiera informacje z poszczególnych zespołów łącznicy, analizuje je w celu określenia ich rodzaju oraz uzupełnia etykietę określającą łącznicę i zespół, od którego informacja ta pochodzi. *OC* wyróżnia następujące rodzaje meldunków:

— uszkodzeniowe,
— eksploatacyjne (obserwacja ruchu, modyfikacja zawartości *TR*, taryfikacja itp.)
— badaniowe.

Meldunek składa się z 13-bitowej etykiety i 160-bitowej treści.



Rys. 23.5. Schemat blokowy zespołu kontrolnego

KUE — kanał uszkodzeń i eksploatacji, *KB* — kanał badaniowy, *RE* — rejestr kanału *KUE*, *RM* — rejestr kanału *KB*, *Pro* — procesor, *PPr* — pamięć programu, *RNF* — rejestr następnej fazy, *UD* — układ decydujący, *OL* — urządzenie transmisyjne

Zespół *OC* jest urządzeniem programowanym, którego schemat blokowy przedstawiono na rys. 23.5. Procesor *Prc* jest specjalnie skonstruowany i przystosowany do potrzeb tego urządzenia. Steruje on: rejestracją wszystkich informacji, nawet występujących jednocześnie na różnych telestradach, pochodzących od różnych zespołów łącznicy; analizą odebranych informacji; formułowaniem meldunków w rejestrze *RM*; formułowaniem etykiet w rejestrze *RE* i wysyłaniem meldunków do *CET*. Analogiczny jest jego udział przy odbiorze meldunków przychodzących z *CET*. Jeżeli meldunki dotyczą badań, to są one umieszczane w kanale badaniowym *KB* — zarówno meldunki przychodzące z *CET* jak i odpowiedzi do *CET*. Kanał *KB* współpracuje z wydzielonymi telestradami badaniowymi, lecz mającymi te same przeznaczenia co telestrady robocze o tych samych symbolach. Informacje eksploatacyjne oraz uszkodzeniowe są umieszczane w kanale uszkodzeń i eksploatacji *KUE*. Kanał ten współpracuje z telestradami roboczymi. Rejestry *RM* i *RE* stanowią urządzenia pośredniczące

między zespołami *OC* i urządzeniem transmisyjnym *OL* współpracującym z krotnicą *PCM* lub traktem *PCM* prowadzącym do *CET*.

Pamięć programu *PPr* zawiera 128 słów 40-bitowych. Pamięć operacyjną stanowią tu kanały *KB i KUE* oraz rejestry *RM* i *RE*. Informacja z telestrady lub z *OL*, czyli z jednego z kanałów lub z jednego z rejestrów ma swoją cechę, przekazywaną do układu decyzyjnego *UD*, określającą podprogram obsługi tej informacji. Dzięki temu zostaje wprowadzany do *RNF* numer słowa w *PPr*. Kolejne słowa są konsekwencją przetwarzania i danych z pamięci operacyjnej.

24. Centrum eksploatacji technicznej CET

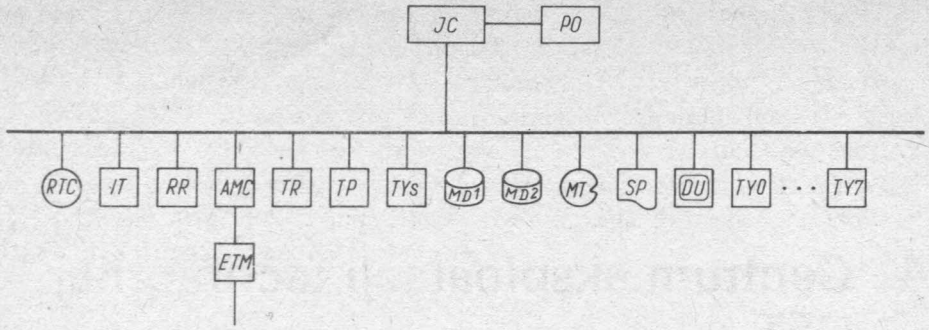
Centrum eksploatacji technicznej *CET* jest to zbiór urządzeń, umożliwiający personelowi obsługi łącznic E-10 tam skupionemu:

— obserwowanie pracy poszczególnych łącznic,
— badanie poprawności pracy całych łącznic i poszczególnych jej zespołów,
— wyłączanie z pracy zespołów uszkodzonych,
— lokalizowanie uszkodzenia zespołu z dokładnością do kilku pakietów,
— modyfikowanie zawartości przelicznika, w związku ze zmianą kategorii abonenta, łączy międzycentralowych, rozbudowy itp.,
— rejestrowanie błędnej pracy poszczególnych zespołów wraz z prowadzeniem odpowiedniej statystyki,
— rejestrację uszkodzeń,
— prowadzenie kont abonenckich niezbędnych dla Urzędu Opłat Telekomunikacyjnych,
— wykonywanie niektórych usług Biura zleceń,
— itp.

Dzięki istnieniu *CET* łącznice systemu E-10 mogą pracować bezobsługowo.

Centrum *CET* może być instalowane w budynku jednej z łącznic lub w odrębnym pomieszczeniu. Lokalizacja *CET* oraz wielkość jego wyposażenia zależy od liczby łącznic zainstalowanych w sieci danego obszaru oraz sumarycznej ich pojemności. Podstawową ideą wprowadzenia *CET* była dążność do zmniejszenia personelu obsługi i pośrednio zmniejszenia kosztów eksploatacyjnych, przy jednoczesnym podniesieniu jakości i sprawności działania łącznic systemu E-10 oraz ułatwienia pracy personelowi. W *CET* istnieje rezerwa pakietów wyposażenia łącznicy oraz może być instalowane stanowisko napraw pakietów uszkodzonych. W przypadku uszkodzenia i jego zlokalizowania personel obsługi zabiera ze sobą pakiety typów określonych przy lokalizacji uszkodzenia i udaje się do łącznicy. Tam za pomocą pulpitu manipulacyjnego lub metodą kolejnych zmian pakietów na rezerwowe można znaleźć pakiet uszkodzony.

Schemat blokowy *CET* przedstawiono na rys. 24.1. Podstawowym wyposażeniem *CET* jest handlowy minikomputer wraz z jego dodatkowymi typowymi urządzeniami zewnętrznymi oraz zespół specjalistyczny *ETM*, stanowiący odpowiednik zespołu *OL* i częściowo *OC* w łącznicy. Zespół ten jest dostosowany do współpracy z kanałem zewnętrznym komputera *AMC*. Jednostkę centralną *JC* stanowi obecnie komputer



Rys. 24.1. Schemat blokowy centrum eksploatacji technicznej.

JC — jednostka centralna, *PO* — pamięć operacyjna, *RTC* — zegar czasu rzeczywistego, *IT* — zespół przerywania programów, *PR* rejestry szybkie, *AMC* — kanał współpracy z łącznicami, *ETA* — kanał teledacyjny, *TR* — czytnik taśmy perforowanej, *TP* — perforator taśmy *TYs* — dalekopis systemowy komputera, *MD* — pamięć dyskowa, *MT* — pamięć taśmowa, *SP* — drukarka szeregowa, *DU* — alfaskop, *TY0* do *TY7* — dalekopisy

MITRA 15 francuskiej firmy CII lub jego odpowiednik z rodziny RIAD — komputer *RI0*. Pamięć operacyjna *PO* komputera ma pojemność 64 kB (kilobajtów: kilo = = 1024, a bajt = 8 bitów; kB = 1024·8 = 8192 bitów; 64 kB = 524 288 bitów). Do osprzętu tzw. systemowego i osprzętu dodatkowego komputera należą:

RTC — zegar czasu rzeczywistego (tzn. czasu wyznaczanego przez zegar dobowy, lub inaczej czasu wg obrotów kuli ziemskiej),
IT — zespół przerywania programów,
RR — zespół rejestrów szybkich,
AMC — adapter i kanał do współpracy z *ETM*,
TR — czytnik taśmy dziurkowanej,
TP — dziurkarka taśmy,
TYs — dalekopis komputera tzw. systemowy,
MD1,2 — pamięci dyskowe, 800 kB każda,
MT — pamięć taśmowa,
SP — drukarka szeregowa,
DU — alfaskop (monitor ekranowy),
TYO...7 — dalekopisy.

Programy pracy komputera są napisane w języku symbolicznym MITRAS oraz w języku wyższego rzędu *LPA*. O ile urządzenia komputera i osprzętu są typowe w technice komputerowej, o tyle programy są specyficzne, opracowane specjalnie dla potrzeb *CET*. Opracowanie programów komputera jest procesem długotrwałym (kilka lat) i pracochłonnym. Jeżeli w jakiejś sieci zainstalowano np. jedną łącznicę o niewielkiej pojemności, to w *CET* powinien być zainstalowany komputer o małej mocy obliczeniowej. Natomiast w sieci o dużej liczbie łącznic E-10, w celu dobrego wykorzystania *CET* powinien być zainstalowany komputer o większej mocy. Jednakże ze względu na dużą pracochłonność oprogramowania stosuje się jeden typ komputera przez dłuższy okres czasu we wszystkich przypadkach. Postęp w dziedzinie komputerowej jest ogromny, w związku z czym dysponowane siły programistów lepiej jest wykorzystać do oprogramowania komputerów nowych generacji.

Komputer MITRA 15 jest w stanie obsłużyć łącznice o sumarycznej pojemności do 60 000 abonentów. Wszystkie meldunki przychodzące z łącznic są wprowadzane do komputera, który stosownie do ich rodzaju umieszcza je we właściwych urządzeniach zewnętrznych. Na przykład informacje z taryfikatora są umieszczane w pamięci dyskowej, gdzie są prowadzone konta abonentów. Informacje te, jako ważne dla eksploatacji, są dublowane w pamięci taśmowej. Zawartości przeliczników są umieszczone w pamięci dyskowej i na taśmie dziurkowanej. Wyniki przeprowadzanych badań są wyświetlane na alfaskopie lub drukowane na dalekopisie lub drukarce. Wiadomości o błędach i uszkodzeniach są drukowane na dalekopisie. W celu uproszczenia pracy personelowi obsługi, *CET* jest wyposażony w kilka (do 8) dalekopisów oraz tzw dalekopis systemowy, służący do współpracy człowieka z komputerem przy kontroli jego pracy lub podobnych zabiegach. Dalekopisy od 1 do 8 są wyspecjalizowane w sensie wydruku rodzajów informacji. Ta specjalizacja dotyczy również kierunku odwrotnego. Jednym z takich kryteriów specjalizacyjnych jest pilność zgłaszanych uszkodzeń. Rozpoczęcie pracy dalekopisu alarmów najpilniejszych zwraca uwagę personelowi na konieczność pilnej interwencji.

Komputer *CET* pracuje w czasie rzeczywistym, tzn. dokonuje przetwarzania w czasie napływu informacji, i ma szereg poziomów przerwań. W komputerze MITRA 15, jest ich 32. Poziomy przerwań są uporządkowane względem siebie w określonej hierarchii ważności. Są one więc wykorzystywane do uruchamiania podprogramów zgodnie z ich pilnością. Na przykład wystąpienie alarmu o dużej pilności powinno przerwać wykonywanie podprogramów o niższym priorytecie i włączenie podprogramu obsługi tego alarmu pilnego.

25. Instalacja łącznic systemu E-10

25.1. Uwagi ogólne

Zastosowanie w wyposażeniu łącznic systemu E-10 dużej liczby elementów i podzespołów elektronicznych stawia określane wymagania konstrukcji mechanicznej łącznicy, zasad jej instalowania, zasilania i eksploatowania. W celu zobrazowania ilościowego wyposażenia łącznicy w elementy elektronowe niech służą następujące dane szacunkowe w przeliczeniu na 1 abonenta:

— obwody scalone 14 szt.
— kontaktrony 12 szt.
— diody i tranzystory 50 szt.
— rezystory 5 szt.

Mnożąc te liczby przez pojemność łącznicy otrzymuje się rząd wielkości liczby tych elementów w łącznicy. Należy podkreślić, że w obecnym wykonaniu stosowane są obwody scalone małej, średniej i dużej skali integracji. Jak wiadomo stopnień integracji, mierzony liczbą elementów elekronowych w 1 cm^3 układu jest ograniczony m. in. możliwością odprowadzenia ciepła z wnętrza układu scalonego. Przy dużej lub wielkiej skali integracji gęstość elementowa układu scalonego jest tak duża, że mikroskopijna moc zamieniana na ciepło w poszczególnych elementach jest sumowana, dając w wyniku dość duże ilości ciepła, które trzeba szybko i skutecznie odprowadzić na zewnątrz, aby nie dopuścić do przegrzania elementów wewnątrz układu i, w konsekwencji, do ich szybkiego zniszczenia. Z jednej strony materiał konstrukcyjny, utrzymujący układ scalony w zwartej bryle, nie jest zwykle doskonałym przewodnikiem ciepła, zaś z drugiej strony powierzchnia układu scalonego jest mała. Odprowadzenie ciepła z powierzchni obudowy układu scalonego jest więc istotnym problemem ograniczającym wielkość integracji. Już przy średnim stopniu skali integracji, kwestia odprowadzania ciepła stwarza konieczność stosowania wymuszonego chłodzenia elementów.

Jak wiadomo, półprzewodnikowe układy elektroniczne ulegają zniszczeniu bądź na skutek przebić, spowodowanych nadmierną wartością napięcia zasilającego, bądź na skutek przegrzania złącz półprzewodnikowych. Pierwsza przyczyna daje skutki natychmiastowe i określa wymagania na zasilanie łącznic E-10. Druga zaś, w określonych warunkach, jest bardziej niebezpieczna, gdyż jej efekty mogą być znacznie opóźnione w czasie i objawić się w pogorszeniu niezawodności pracy łącznicy. Chodzi tu o to, że np. wyłączenie chłodzenia wymuszonego może nie dawać skutków negatywnych przez dłuższy okres czasu, po którym nastąpi wzrost intensywności uszkodzeń

elementów elektronowych. Brak natychmiastowych skutków negatywnych może prowadzić do lekceważenia konieczności stosowania chłodzenia wymuszonego i to właśnie stanowi groźne niebezpieczeństwo dla rozwiązań urządzeń elektronicznych, w tym łącznic elektronicznych. Wymuszone chłodzenie układów elektronicznych w łącznicach elektronicznych sprowadza się do wymuszenia przepływu chłodnego powietrza przez stojaki. Określa to konkretne wymagania na konstrukcję mechaniczną łącznicy. Stojaki muszą być drożne dla przepływu powietrza wzdłuż jego wysokości oraz muszą charakteryzować się brakiem dróg bocznikujących strumień przepływu powietrza.

Układy elektroniczne z racji swoich właściwości reagują na określone wahania napięć zasilających odbierając je jako sygnały użytkowe. Takie fałszywe sygnały użytkowe powstają również na przewodach tzw. „masy" lub „ziemi", tzn. przewodach rozprowadzających potencjał ziemi do wszystkich układów elektronicznych. Jak wykazały doświadczenia ze złożonym sprzętem elektronicznym okablowanie uziemienia ma bardzo duże znaczenie w bezbłędności pracy takiego sprzętu. Dlatego w instalacji łącznic elektronicznych systemu E-10 uwzględniono, z należytą uwagą, okablowanie uziemienia.

Osobnym zagadnieniem, wymagającym uwzględnienia w konstrukcji i instalacji łącznic E-10, jest zasilanie. Jak wynika z opisów rozwiązań poszczególnych zespołów łącznica jest zasilana z kilku różnych źródeł prądu stałego o napięciach —48 V, —12 V, +12 V i +5 V względem potencjału ziemi. Napięcia małe (+5 V) przeznaczone do zasilania układów scalonych muszą charakteryzować się wysoką stabilnością statyczną (zmiany powolne) i dynamiczną (zmiany szybkie), aby nie wytwarzały sygnałów fałszywych przy dostarczaniu prądu o znacznych wartościach (rzędu setek amperów). Takie wymogi zasilania uniemożliwiają zastosowanie centralnej siłowni dostarczającej wszystkich potrzebnych napięć. Dlatego przyjęto rozwiązanie z lokalnymi, dla każdego stojaka, źródłami o wymaganych napięciach.

Konstrukcja mechaniczna łącznic musi, jak wiadomo utrzymywać wyposażenie w zwartych całościach, lecz tworzyć te całości w sposób możliwie elastyczny, w sensie dostosowywania wyposażenia do potrzeb łącznic o różnorodnym przeznaczeniu i pojemności. Z drugiej strony, rozwiązanie konstrukcyjne powinno spełniać specyficzne wymagania stawiane przez użyte wyposażenie oraz zapewniać łatwy dostęp człowiekowi do sprzętu i jego okablowania. Zwykle całość wyposażenia lokuje się na stojakach lub w szafach, przy czym dąży się, aby każde z nich tworzyło nie tylko całość konstrukcyjną, lecz także jednostkową całość funkcjonalną. Z dążności tej, rodzajów użytych elementów i podzespołów oraz ich wymiarów jak również zasad i sposobów ich wzajemnego łączenia, wynikają wymiary gabarytowe stojaków. Nie bez znaczenia są również kwestie technologiczne. W urządzeniach elektronicznych ważnym czynnikiem jest sposób łączenia elementów elektronowych w całości funkcjonalne z zachowaniem jednocześnie łatwego do nich dostępu. Najprostszym i opanowanym technologicznie sposobem jest lutowanie. Niemożliwe jest jednak generalne przyjęcie tego sposobu. Ze względu na kształt stojaka, wymogi elastyczności i łatwości dostępu, wyposażenie stojaków musi być dzielone na mniejsze całości konstrukcyjne i funkcjonalne łączone ze sobą w jakiś sposób. Elementy elektronowe najłatwiej jest montować na płaskich płytach wstawianych do stojaków. Ze względu na dążność do minimaliza-

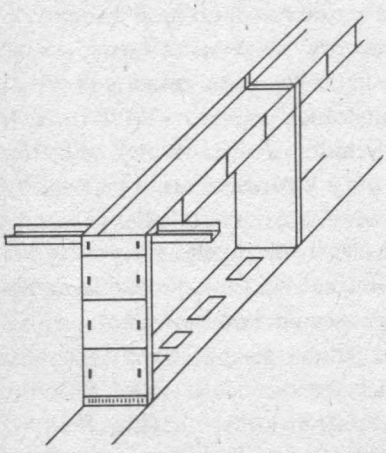
cji objętości zajmowanej przez sprzęt łącznicy dąży się do umieszczania takich płyt możliwie blisko siebie, co oczywiście znacznie utrudnia dostęp do elementów. Pozostaje więc konieczność wyciągania płyt ze stojaków. Próby łączenia płyt ze sobą, lub inaczej mówiąc: z okablowaniem stojaka, za pomocą przewodów giętkich nie zdały egzaminu praktycznego. Pozostał więc sposób łączenia ich z okablowaniem stojaka za pomocą wielostykowych złączy wtyk — gniazdo. Z doświadczeń praktycznych wynika jednak, że złącza te mimo niewątpliwych zalet są podstawowymi źródłami zakłóceń w pracy łącznic elektronicznych. Od ich liczby i jakości zależy niezawodność pracy łącznicy. Duże upakowanie płyt, tzn. duża liczba podzespołów elektronicznych na płycie, pozwala zmniejszyć liczbę przejść przez złącze wtyk-gniazdo, lecz zmniejsza elastyczność i zmusza do stosowania dużych stojaków. Odwrotnie, małe upakowanie daje w efekcie dużą liczbę złącz wtyk-gniazdo i dużą elastyczność. Zatem przyjęte rozwiązanie jest pewnym kompromisem, w danych warunkach optymalnym. Na wybór rozwiązania mają duży wpływ wymogi technologiczne oraz posiadany zestaw złączy wielostykowych.

Zdając sobie sprawę z wymogów i specyfiki sprzętu elektronicznego łatwiej będzie zrozumieć i przyswoić sobie zasady rozwiązań konstrukcyjnych, instalacyjnych, klimatyzacyjnych i zasilania łącznic systemu E-10.

25.2. Konstrukcja mechaniczna

25.2.1. Konstrukcja wsporcza (szkielet)

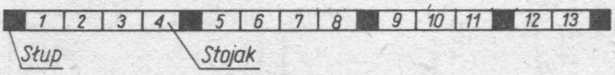
W celu podniesienia estetyki łącznic systemu E-10, zwiększenia elastyczności eksploatacyjnej przy rozbudowie oraz uproszczenia prac montażowych przy jednoczesnym spełnieniu stawianych wymagań przyjęto zasadę umieszczenia stojaków łącznicy w tzw konstrukcji wsporczej tworzącej szkielet konstrukcyjny łącznicy. Konstrukcja ta, zwana żargonowo „blacharką", jest konstrukcją nośną dla poszczególnych rzędów stojaków. W konstrukcję tę są wstawiane stojaki, które są do niej mocowane. Ona sama zaś jest mocowana do podłogi i ścian lub stropów. Konstrukcja ta służy również do umieszczania na niej kabli międzystojakowych i międzyrzędowych, tzn. kabli jej okablowania. W związku z tym zawiera ona elementy konstrukcyjne łączące rzędy między sobą. Przeto konstrukcja wsporcza tworzy szkielet nośny łącznicy. Od niej też zaczyna się montaż łącznicy.



Rys. 25.1. Fragment konstrukcji wsporczej

Konstrukcja wsporcza, której fragment przedstawiono schematycznie na rys. 25.1, składa się z elementów pionowych, zwanych słupami i ele-

mentów poziomych, spełniających jednocześnie funkcje koryt kablowych. Konstrukcja wsporcza dla każdego rzędu stojaków zawiera słupy krańcowe i do 3 słupów wewnętrznych. Przestrzeń między słupami nosi nazwę przęsła. Istnieją przęsła 4-, 3- i 2-stojakowe. Typowy rząd zawiera 13 stojaków i składa się z 2 przęseł 4-stojakowych, 1 przęsła 3-stojakowego i 1 przęsła 2-stojakowego (rys. 25.2). Słupy krańcowe są zasłonięte przykrywami, gdyż mogą być wykorzystywane do okablowania. Połączenia międzyrzędowe są mocowane na słupach. Poziome części mają wysokości 0,3 m. Tak więc wysokość szkieletu wynosi 2,3 m.



Rys. 25.2. Struktura rzędu stojaków

Wiele stojaków musi być przedmuchiwanych chłodnym powietrzem. Powietrze to jest doprowadzane z klimatyzatorni bądź przewodami pod rząd stojaków, bądź pod sztuczną podłogę, skąd dochodzi do wszystkich stojaków. W pierwszym przypadku konstrukcję wsporczą ustawia się na przewodach wentylacyjnych, mających wycięte otwory dla każdego stojaka. W drugim przypadku konstrukcję wsporczą ustawia się na sztucznej podłodze zawierającej otwory w miejscach, gdzie będą ustawione stojaki. Stosowanie sztucznej podłogi jest zalecane ze względu na estetykę jak i możność prowadzenia pod nią kabli. Wysokość sztucznej podłogi (odległość od stropu) wynosi 0,2 m. Ogólna wysokość konstrukcji, łącznie ze sztuczną podłogą wynosi $2+0,3+0,2 = 2,5$ m.

Okablowanie łącznicy jest kilkakrotnie mniejsze niż łącznic nieelektronicznych o tej samej pojemności i wielkości załatwianego ruchu. Na przykład okablowanie łącznicy o pojemności 10 000 *Ab* systemu E-10 jest około 10 razy mniejsze niż systemu biegowego i około 20 razy mniejsze niż systemu krzyżowego. Najwięcej przewodów okablowania zużywa się na połączenie stojaków koncentratorów lokalnych *CSAL* z przełącznicą główną. Również bogate jest okablowanie między przełącznicą główną i krotnicami *PCM* naturalnych łączy międzycentralowych. Okablowanie pozostałej części centrum komutacyjnego jest bardzo skromne. Stosuje się tu 4 rodzaje kabli:

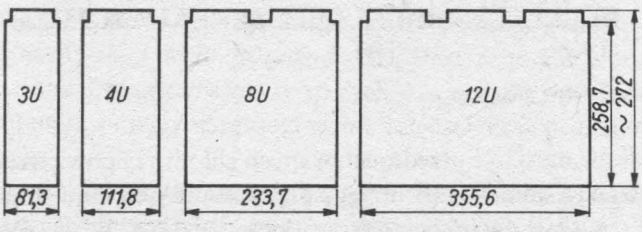
— czwórkowy wielkiej częstotliwości,
— dwójkowy wielkiej częstotliwości,
— jednoparowy w ekranie,
— trójparowy.

25.2.2. Pakiet

Pakietem nazywa się płytę z obwodem drukowanym i umieszczonymi na niej elementami. W każdym pakiecie wyróżnia się stronę czołową i stronę tylną. Do strony czołowej pakietu przymocowana jest tzw. listwa czołowa. Listwa służy do zwiększenia sztywności płyty i wyciągania pakietu ze stojaka (w tym celu znajdują się w niej dwa otwory do zaczepienia tzw. wyciągacza) oraz do umieszczenia symbolu pakietu,

określającego jego wyposażenie i przeznaczenie, jak również umieszczanie, jeśli to potrzebne, elementów manipulacyjnych, sygnalizacyjnych, gniazd pomiarowych itp. Strona tylna służy do zamocowania wtyków wielozestykowych łączących pakiet z gniazdami (po włożeniu do stojaka), do których przyłączone jest okablowanie stojaka.

Do zachowania elastyczności rozwiązania, przy jednoczesnym zminimalizowaniu liczby złącz stykowych, przyjęto następujące rodzaje pakietów: $12U$, $8U$, $4U$ i $3U$ (rys. 25.3). Pakiety o wymiarze $12U$ mają trzy wtyki, $8U$ — 2 wtyki, $4U$ — 1 wtyk o 33 stykach każdy. Natomiast pakiet $3U$ ma wtyk o 25 stykach.



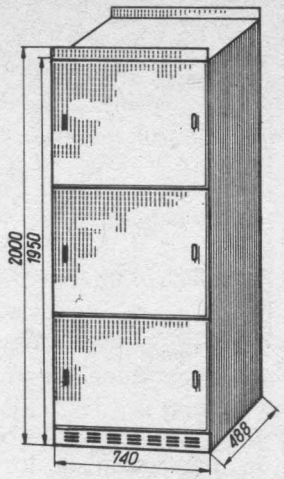
Rys. 25.3. Typy stosowanych płyt ze schematem drukowanym

Pakiety mają przewody połączeniowe nadrukowane po dwóch stronach płyt, co umożliwia zwiększenie upakowania elementów. Zwykle elementy umieszcza się po jednej stronie płyty. Dzięki dwustronnemu drukowi można na jednej płycie, np. typu $12U$, umieścić 110 układów scalonych.

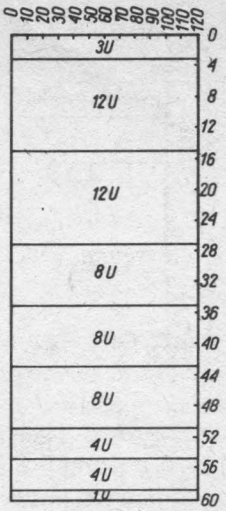
25.2.3. Stojak

Stojak musi być dopasowany z jednej strony do wielkości pakietów i z drugiej strony, do wielkości konstrukcji wsporczej. Wszystkie stojaki łącznicy systemu E-10 są jednakowe. Szkic stojaka przedstawiono na rys. 25.4. Stojak wykonano z blachy stalowej. Na wewnętrznych ścianach bocznych stojaka umocowane są płyty z rzędami otworów co 30, 48 mm wzdłuż jego wysokości. Te rzędy otworów służą do wkładania w nie szyn wsporczych półek. Ten odstęp wynika z podziału wysokości użytkowej stojaka na 60 części, co daje tzw. jednostki U. Jednostki te odnoszą się do wysokości poszczególnych półek, a nie pakietów. Na szynach wsporczych półek są montowane prowadnice. Odstęp między osiami prowadnic wynosi 5,08 mm. Odstęp ten wynika z podziału szerokości użytkowej stojaka na 120 części. Liczba prowadnic na półce wynosi 120. Prowadnice są ażurowe, aby powietrze chłodzące stojak mogło swobodnie przez niego przepływać. Wysokości pakietów są równe wysokościom półek pomniejszonych o grubość prowadnic (rys. 25.3).

Do półek, od strony tylnej stojaka, są przymocowane gniazda wtykowe. Przewody okablowania stojaków są przyłączane do końcówek gniazd wtykowych metodą owijania. Okablowanie jest prowadzone drogami najkrótszymi. Kable w korytach są układane swobodnie i spinane opaskami plastykowymi. Wzdłuż półek są prowadzone poziome szyny zasilające mające końcówki umożliwiające połączenie szyn z gniazda-



Rys. 25.4. Szkic stojaka



Rys. 25.5. Siatka podziału stojaka i przykładowe rozmieszczenie półek różnych wysokości

mi. Wolna powierzchnia ścian bocznych z tyłu stojaka jest przeznaczona do mocowania szyn zasilających (patrz rozdz. 26).

Stojak musi być zamknięty z przodu i z tyłu, aby powietrze chłodzące nie ulatywało na boki. Zamknięciem tym są przykrywy plastikowe, przeźroczyste, zawieszane na odpowiednich wieszakach. W ten sposób stojak ma konstrukcję szafową otwartą od dołu i od góry.

25.3. Rozmieszczenie sprzętu

25.3.1. Centrum komutacyjne

Przyjęto następujące zasady umieszczania konstrukcji wsporczej na sali stojaków:

— odległość boku rzędu od jednej ściany 1m
od drugiej ściany 1,3 m
— odległość między przodem rzędu i ścianą 2 m
— odległość między tyłem rzędu i ścianą 1 m
— odległość typowa między rzędami 1,3 m
— odległość minimalna dopuszczalna w specjalnych przypadkach 0,9 m

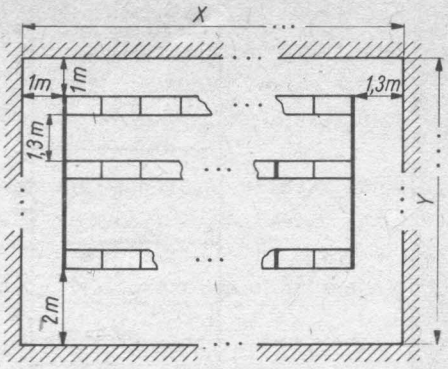
Zasady te ilustruje rys. 25.6.

Wymiary pomieszczenia zależą od przyjętych długości rzędów i liczby rzędów. Wymiary te można wyliczyć z następujących wzorów

$$X = x_1 \cdot 0{,}74\ \text{m} + x_2 \cdot 0{,}124\ \text{m} + 2{,}3\ \text{m}$$

$$Y = y \cdot 0{,}5\ \text{m} + (y-1) \cdot 1{,}3\ \text{m} + 3\ \text{m} = y \cdot 1{,}8\ \text{m} + 1{,}7\ \text{m}$$

w których: x_1 — liczba stojaków w rzędzie, x_2 — liczba słupów pionowych w rzędzie, y — liczba rzędów.



Rys. 25.6. Zasady rozmieszczenia sprzętu

Zaleca się stosowanie rzędów 13-stojakowych. Na przykład do zainstalowania sprzętu łącznicy o pojemności 15 000 abonentów, przyłączonych do *CSAL* i 1800 łączy międzycentralowych potrzeba 5 rzędów 13-stojakowych. Wówczas $x = 12{,}54$ m, $y = 10{,}7$, a powierzchnia sali wynosi tylko 134,2 m^2.

Ustawienie rzędów względem okien powinno być takie, aby na stojaki padało możliwie najmniej światła słonecznego. Jeśli jest to niemożliwe, to okna powinny być stale zasłonięte.

Stojaki koncentratorów i krotnic *PCM* powinny być instalowane możliwie najbliżej przełącznicy. Stojaki te, ze względu na swoje wyposażenie, nie muszą być chłodzone powietrzem, wobec czego mogą być instalowane w pomieszczeniach nieklimatyzowanych. Najdogodniej, ze względu na zużycie miedzi, jest stojaki te instalować obok lub na kondygnacji nad przełącznicą główną.

Na sali stojaków pozostałego sprzętu obowiązują następujące zasady: stojak generatorów zegarowych łącznicy powinien być usytuowany możliwie blisko „środki miedzi" względem pozostałego wyposażenia. Chodzi o to, aby przewody łączące zegar z poszczególnymi stojakami wyposażenia miały jednakową długość. Wszystkie stojaki czasowego pola komutacyjnego muszą stać obok siebie w jednym rzędzie, a nawet w jednym przęśle. Stojaki pola powinny być instalowane w liczbie odpowiadającej docelowej pojemności łącznicy. Niewykorzystane stojaki mogą być nie wyposażane. W pobliżu stojaków pola powinny być instalowane cechowniki *MQ* i multirejestry *MR*. Pozostałe wyposażenie może być instalowane dalej od stojaków pola.

Rozmieszczenie sprzętu i jego okablowania mają istotny wpływ na poprawną pracę łącznicy. Opóźnienia wprowadzane przez okablowanie muszą być tak dobrane, aby zapewnić synchroniczną pracę całego wyposażenia. Różnice, przekraczające wartości dopuszczalne, opóźnień wprowadzanych przez różnej długości przewody muszą być odpowiednio kompensowane. Wykonanie takiego „zestrojenia" łącznicy w miejscu jej instalacji byłoby bardzo trudne i pracochłonne. Dlatego w technologii produkcji łącznic przewidziano kontrolę ostateczną wyprodukowanego sprzętu na tzw. platformie. Na platformie, w fabryce zestawia się sprzęt określonej łącznicy, dokładnie tak jak będzie zainstalowany w miejscu przeznaczenia. Jest on normalnie okablowany i następuje uruchomienie łącznicy i jej zestrojenie. Platformę można wyposażyć w skomplikowane zestawy przyrządów pomiarowych i urządzeń kontrolnych i badaniowych

ułatwiających zestrojenie i uruchomienie łącznicy. Ze zrozumiałych powodów nie można tego uczynić w centrali. Po wykonaniu powyższych czynności demontuje się łącznicę z platformy i sprzęt łącznie z przewidzianym okablowaniem przewozi się do właściwego pomieszczenia łącznicy. Wówczas jej montaż i uruchomienie trwają krótko.

Wymagana wytrzymałość stropu wynosi 600 kg/m^2. Wymagana wysokość pomieszczenia wynosi 3,3 m.

25.3.2. Centrum eksploatacji technicznej

Rozmieszczenie sprzętu, wymagana powierzchnia i wymiary pomieszczenia, wytrzymałość stropu, klimatyzacja i zasilanie są określane przez producenta zastosowanego komputera. *CET* jest bowiem specjalnym ośrodkiem elektronicznego przetwarzania danych *ETO*. Muszą być więc spełniane wymagania stawiane tym ośrodkom. Wymagania te są zwykle ostrzejsze od wymagań stawianych centrum komutacyjnemu.

25.4. Klimatyzacja

Chłodzenie stojaków wymuszonym przepływem powietrza wymaga zastosowania urządzenia klimatyzacyjnego. Wymagania określają, że temperatura powietrza wychodzącego ze stojaka nie może przekraczać +35°C, a alarm powinien być wyzwalany przy temperaturze przekraczającej +40°C. Oznacza to konieczność schładzania powietrza przed jego wtłoczeniem pod stojaki. Zatem musi tu być zastosowane urządzenie klimatyzacyjne, a nie jedynie nawiew powietrza. Powierzchnię, objętość pomieszczenia klimatyzatorni oraz wytrzymałość stropu określa wytwórca zastosowanego urządzenia.

Powietrze z urządzenia klimatyzacyjnego jest tłoczone w przewody, które kończą się pod sztuczną podłogą lub w kanałach podstojakowych. Otwory, przez które powietrze jest tłoczone do stojaków, są wyposażone w filtry pyłu oraz zasuwy. Filtry służą do zatrzymywania pyłów i ich nie osadzania się na pakietach, a zasuwy służą do regulacji ilości powietrza przepływającego przez stojak oraz do zamknięcia otworu w miejscach zarezerwowanych na przyszłe stojaki. Zatkanie filtru zatrzyma przepływ powietrza przez stojak, tzn wstrzyma jego chłodzenie. Stan taki powinien być sygnalizowany. Alarm, wyzwalany przy przekroczeniu +35°C temperatury powietrza wychodzącego ze stojaka oznacza wadliwą pracę systemu klimatyzacyjnego. Powodem takiego stanu może być: uszkodzenie chłodziarki, zatkanie filtru, za bardzo przysłonięta zasuwa. Przekroczenie temperatury +40°C oznacza sytuację poważniejszą. Najbardziej prawdopodobną przyczyną takiego stanu jest powstanie pożaru. Dlatego alarm ten jest pilny, a ponadto powoduje automatycznie wyłączenie klimatyzatorni.

Powietrze jest odprowadzane z pomieszczenia centrum komutacyjnego za pomocą

czerpni umieszczonych pod sufitem i przykrytych, w celu zachowania dużej estetyki pomieszczenia, sztucznym sufitem. Odległość sztucznego sufitu od sufitu pomieszczenia wynosi ok. 0,2 m.

W celu zapewnienia skuteczności działania klimatyzacji, okna i drzwi sali stojaków powinny być zawsze zamknięte. Również nie powinno się dopuszczać do nagrzewania pomieszczeń promieniami słonecznymi.

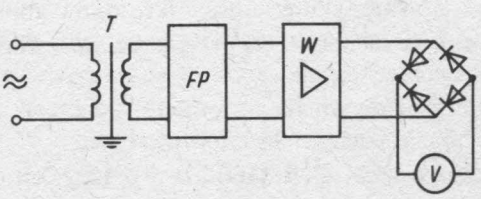
26. Zasilanie central telefonicznych

26.1. Wiadomości ogólne

Działanie urządzeń telekomutacyjnych jest uzależnione od ciągłego dostarczania energii elektrycznej. Urządzenia te muszą działać bez przerwy, a ponieważ sieć elektroenergetyczna nie gwarantuje ciągłej dostawy energii elektrycznej, przeto zasilanie urządzeń telekomutacyjnych musi być tak rozwiązane, aby mogło spełniać swoje zadania również w okresach braku dostaw energii elektrycznej. Stosowane są w tym celu zazwyczaj baterie akumulatorów utrzymywane stale w stanie naładowanym.

Urządzenia telekomutacyjne stawiają pewne, dosyć wysokie wymagania, odnośnie stałości napięć i częstotliwości prądów zasilających oraz wartości napięć zakłócających występujących w napięciach wyprostowanych.

Do zasilania central telefonicznych eksploatowanych w Polsce stosuje się najczęściej źródła o napięciach: 24 (21...26,4), 48 (44...52), 50 (48...52) oraz 60 (54...66V). W nawiasach podano dopuszczalne zakresy zmian tych napięć. Dopuszczalne napięcia tętnień na zaciskach źródła zasilającego, mierzone metodą psofometryczną (rys. 26.1) nie powinno przekraczać 2 mV.

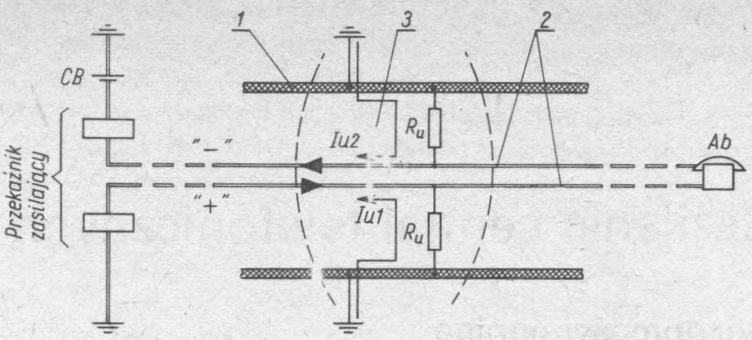


Rys. 26.1. Układ elektryczny psofometru

EP — filtr psofometryczny o psofometrycznej charakterystyce czułości, *T* — transformator wejściowy zasilający, *W* — wzmacniacz

Podstawowe źródło zasilania centrali telefonicznej ma biegun dodatni (plus) uziemiony. Uziemienie bieguna dodatniego ma na celu utrzymanie sieci telefonicznej na potencjale ujemnym względnie ziemi w celu zapobieżenia skutkom korozji elektrolitycznej (rys. 26.2). Korozja taka ma miejsce szczególnie w przypadku telefonicznych kabli miejscowych z izolacją papierową, w powłoce ołowiowej, z jakich w większości są zbudowane sieci miejscowe. W razie zamoknięcia takiego kabla prąd upływu płynie w kierunku żył kabla dzięki czemu unika się korozji żył i powłoki ołowiowej, co miałoby miejsce przy odwrotnym kierunku przepływu tego prądu.

Ze względu na uziemienie bieguna dodatniego nazywa się go potocznie „ziemią", natomiast biegun ujemny — „baterią". Przewody zasilające urządzenia telekomutacyjne są zabezpieczane bezpiecznikami od strony „baterii", natomiast przewody „ziemi" takich zabezpieczeń nie mają.



Rys. 26.2. Przepływ prądu elektrycznego w zamokniętym kablu telefonicznym

Ab — aparat abonencki, I_{u1} — prąd upływu; nie płynie, jeżeli przewód „+" jest na potencjale ziemi; płynie do żyły, jeśli przewód „+" jest na potencjale pośrednim, I_{u2} — prąd upływu, płynie do żyły, R_u — rezystancja izolacji, *1* — ołowiowa powłoka kabla, *2* — żyła miedziana, *3* — zamoknięty obszar kabla

Wartość napięcia zasilającego ma istotny wpływ na rozwiązania konstrukcyjne sprzętu telekomunikacyjnego. W przypadku niższych napięć (np. 24 V) zwojnice przekaźników i elektromagnesów są nawinięte drutem nawojowym o większej średnicy. Zastosowanie drutu o większej średnicy powoduje zmniejszenie rezystancji (oraz liczby zwojów zwojnicy), dzięki czemu wzrasta znacznie wartość prądu i uzyskuje się wymaganą wartość wzbudności. Zwojnice mają mniejszą liczbę zwojów, dzięki czemu mniejszą wartość mają przepięcia powstające w czasie otwierania zestyków i ich iskrzenie jest mniejsze.

Wyższe napięcie zasilające (np. 50 V) umożliwiają stosowanie mniejszych prądów zasilania, dzięki czemu mogą być stosowane cieńsze przewody nawojowe o mniejszych średnicach.

Również skuteczność mikrofonów abonenckich mniej zależy od rezystancji pętli łączy abonenckich, w przypadku stosowania wyższych napięć zasilających.

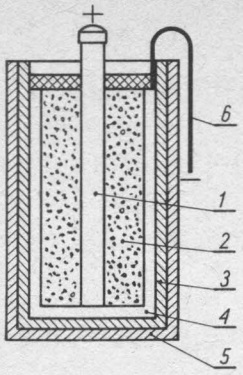
26.2. Źródła prądu stałego

26.2.1. Ogniwa galwaniczne pierwotne

Ogniwa galwaniczne pierwotne są historycznie najstarszymi źródłami energii elektrycznej. Znajdują one obecnie zastosowanie do zasilania niewielkich urządzeń telekomunikacyjnych, np. urządzeń przenośnych.

Ogniwo galwaniczne, zwane pierwotnym, jest to elektrochemiczne źródło prądu stałego wytwarzające siłę elektromotoryczną między dwiema elektrodami zanurzonymi w elektrolicie. Siła elektromotoryczna ogniwa galwanicznego powstaje wskutek istnienia między elektrodami i elektrolitem różnicy potencjałów.

W czasie poboru z ogniwa galwanicznego prądu elektrycznego zachodzą w nim nieodwracalne reakcje chemiczne, które powodują zużywanie się elektrod i elektrolitu oraz wyczerpanie ogniwa.



Rys. 26.3. Ogniwo Leclanche suche

1 — pałeczka węglowa (elektroda dodatnia), *2* — woreczek z depolaryzatorem, *3* — pudełko cynkowe (elektroda ujemna) *4* — elektrolit, *5* — pudełko tekturowe, *6* — przewód

Do zasilania aparatów telefonicznych *MB* i łącznic telefonicznych ręcznych małej pojemności używane są ogniwa Leclanche suche (rys. 26.3).

Ogniwo Leclanche jest to ogniwo elektrochemiczne, w którym elektrodą dodatnią jest pałeczka węglowa, a elektrodą ujemną — cynkowy cylinder lub pudełko. Elektroda dodatnia jest okryta depolaryzatorem sporządzonym z mieszaniny dwutlenku manganu z węglem, a elektrolitem jest roztwór chlorku amonu NH_4Cl w postaci żelatynowatej masy.

Siła elektromotoryczna ogniwa wynosi 1,5 V i w czasie pracy zmniejsza się do 0,8 V. Rezystancja wewnętrzna zależy od pojemności ogniwa i stopnia wyładowania; świeże ogniwo ma rezystancję wewnętrzną ok. 0,5 Ω.

26.2.2. Akumulatory

Akumulatory, czyli ogniwa galwaniczne wtórne, są to urządzenia elektrochemiczne służące do gromadzenia energii elektrycznej w postaci energii chemicznej, a następnie — do zasilania tą energią innych urządzeń elektrycznych, przy czym proces ten może być powtarzany wielokrotnie. W czasie ładowania akumulatora prądem stałym energia elektryczna zamienia się na energię chemiczną, natomiast w czasie wyładowywania akumulatora ma miejsce proces odwrotny.

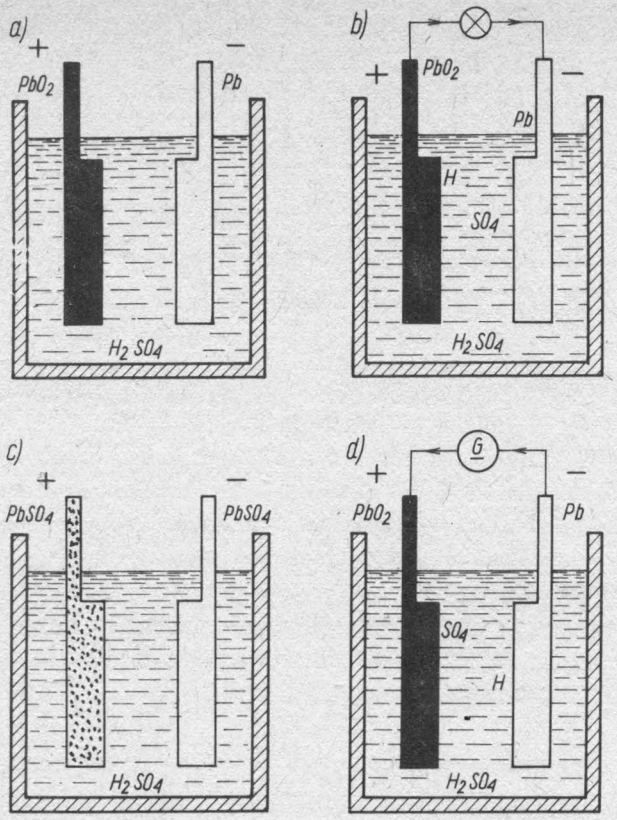
Akumulator składa się z naczynia z elektrolitem, w którym są zanurzone polaryzujące się elektrody: dodatnia i ujemna. W zależności od rodzaju stosowanego elektrolitu i elektrod akumulatory dzielą się na kwasowe i zasadowe.

W akumulatorze kwasowym (rys. 26.4) elektrolitem jest roztwór kwasu siarkowego H_2SO_4 w wodzie destylowanej o gęstości ok. 1240 kg/m^3 (1,21...1,24 g/cm^3), którego stężenie zmienia się w zależności od stanu naładowania akumulatora.

Elektrody akumulatora wykonuje się najczęściej w postaci płyt: dodatnia z ciemnobrązowego dwutlenku ołowiu PbO_2 i ujemna z jasnoszarego, gąbczastego ołowiu Pb.

Reakcje chemiczne w czasie ładowania i wyładowania:

$$PbO_2 + 2H_2SO_4 + Pb \underset{\text{ładowanie}}{\overset{\text{wyładowanie}}{\rightleftharpoons}} PbSO_4 + PbSO_4$$

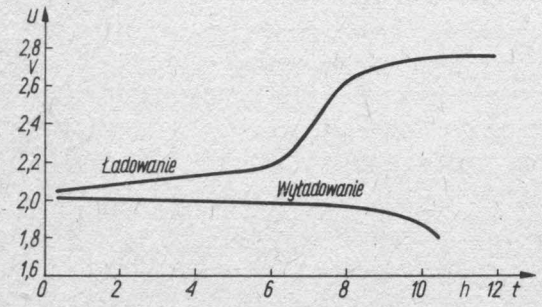


Rys. 26.4. Przebieg reakcji elektrochemicznych w akumulatorze kwasowym: *a*) ogniwo naładowane; *b*) ogniwo wyładowywane; *c*) ogniwo wyładowane; *d*) ogniwo ładowane

W czasie ładowania na elektrodzie dodatniej wydziela się tlen, a na elektrodzie ujemnej — wodór. Wydzielający się na zewnątrz tlen i wodór tworzą mieszaninę piorunującą, wybuchającą w zetknięciu z ogniem.

Przebieg napięcia ładowania i rozładowania akumulatora kwasowego pokazano na rys. 26.5.

Napięcie znamionowe akumulatora kwasowego wynosi 2 V. W czasie ładowania akumulatora wzrasta ono do ok. 2,7 V, a w czasie rozładowania maleje do ok. 1,8 V.



Rys. 26.5 Przebieg napięcia ładowania i rozładowania akumulatora kwasowego

Akumulatora nie należy wyładowywać poniżej pewnej wartości napięcia, która zależy od wartości prądu i czasu wyładowania (1,83 V przy rozładowaniu10-godzinny).

Ilość elektryczności (wyrażoną w amperogodzinach A·h), którą można pobrać z akumulatora, nazywa się jego pojemnością elektryczną.

$$Q = I\,t \tag{26.1}$$

przy czym: Q — pojemność akumulatora w A·h, I — prąd wyładowania w A, t — czas wyładowania w h.

W akumulatorze następuje samowyładowywanie się, tj. zmniejszanie się ilości zmagazynowanej w nim energii elektrycznej w miarę upływu czasu, przy odłączonym obwodzie zewnętrznym (1...3 % pojemności w ciągu doby). Spowodowane to jest upływem prądu przez warstwę elektrolitu, pokrywającą naczynie z zewnątrz, różnicami w gęstości elektrolitu oraz tworzeniem się lokalnych ogniwek zawartych w elektrodach dodatnich. Akumulator kwasowy ulega zasiarczanieniu, polegającym na wydzielaniu się w masie czynnej elektrod kryształków siarczanu ołowiu, źle przewodzących prąd elektryczny.

Zasiarczanienie następuje zarówno w czasie pracy akumulatora, jak i pozostawania w stanie bezczynności. Proces ten przebiega bardziej intensywnie przy większej gęstości elektrolitu, całkowitym rozładowaniu akumulatora, przechowywaniu go w stanie rozładowanym, wyładowywaniu dużym prądem, ładowaniu nadmiernym prądem i zwieraniu akumulatora.

Pojemność akumulatora zasiarczanionego zmniejsza się, a jego rezystancja wewnętrzna zwiększa się. W czasie ładowania napięcie wzrasta szybko do ok. 3 V i szybko obniża się przy rozładowaniu. Gęstość elektrolitu zmniejsza się, powierzchnie płyt są szorstkie, a same płyty wypaczają się. Dla uniknięcia zasiarczanieniu należy akumulator stale utrzymywać w stanie naładowanym.

Dla uzyskania żądanej wartości napięcia akumulatory łączy się w baterie, które są używane do zasilania urządzeń telekomunikacyjnych.

W akumulatorze zasadowym elektrody są zanurzone w naczyniu np. stalowym, wypełnionym elektrolitem sporządzonym w postaci wodnego roztworu zasady. Najczęściej stosowanymi zestawami elektrod są:

— żelazo-nikiel (akumulatory żelazo-niklowe),

— kadm-nikiel (akumulatory kadmowo-niklowe).

Akumulatory zasadowe odznaczają się dużą wytrzymałością mechaniczną oraz odpornością na zwarcia, przeładowania i niedoładowania. Są stosowane m. in. jako źródła zasilania urządzeń telekomunikacyjnych przenośnych i stałych, np. łącznic telefonicznych małej pojemności.

W akumulatorze żelazo-niklowym elektrolitem jest wodny roztwór wodorotlenku potasu KOH o gęstości 1200 kg/m^3 (1,2 g/cm^3). Elektroda dodatnia ma postać pionowych, dziurkowanych rurek stalowych, poniklowanych i wypełnionych masą czynną w postaci sproszkowanego wodorotlenku niklu $Ni(OH)_3$ na przemian z płatkami czystego niklu. Elektroda ujemna ma kształt ramy stalowej, wypełnionej kieszonkami z poniklowanej i podziurkowanej blachy stalowej, wypełnionymi sproszkowanym żelazem.

Reakcje chemiczne w czasie ładowania i wyładowania:

$$2Ni(OH)_3 + KOH + Fe \underset{\text{ładowanie}}{\overset{\text{wyładowanie}}{\rightleftharpoons}} 2Ni(OH)_2 + KOH + Fe(OH)_2$$

Napięcie akumulatora: średnie — 1,2 V, końcowe ładowania — ok. 1,8 V, końcowe wyładowania — ok. 1,0 V.

W akumulatorze kadmowo-niklowym elektrolitem jest również roztwór wodny wodorotlenku potasu o gęstości 1200 kg/m^3 (1,2 g/cm^3). Masę czynną elektrody dodatniej stanowi sproszkowany wodorotlenek niklu $Ni(OH)_3$, a płyty ujemnej — sproszkowany kadm lub tlenek kadmu CdO.

Reakcje chemiczne w czasie ładowania i wyładowania:

$$2Ni(OH)_3 + KOH + Cd \underset{\text{ładowanie}}{\overset{\text{wyładowanie}}{\rightleftharpoons}} 2Ni(OH)_2 + KOH + Cd(OH)_2$$

Napięcie akumulatora kadmowo-niklowego jest równe napięciu akumulatora żelazo-niklowego

26.2.3. Przetwornica sygnałowa

Przetwornica sygnałowa jest to elektryczna maszyna wirująca, służąca do przetwarzania prądu stałego, pobieranego ze źródła zasilania centrali telefonicznej, na prąd przemienny. Przetwornice sygnałowe, stosowane w centralach telefonicznych, dostarczają prądu dzwonienia o częstotliwości 25 Hz i napięciu 75 V oraz prądu sygnału tonowego o częstotliwości 400 Hz i napięciu ok. 10 V.

Obecnie przetwornice wirujące zastępuje się przetwornicami zbudowanymi z półprzewodników.

26.2.4. Przetwornica tranzystorowa

Przetwornica tranzystorowa jest statycznym przetwornikiem prądu stałego na przemienny.

Przetwornice tranzystorowe przewyższają przetwornice wirujące sprawnością, mają krótszy czas startu, większą trwałość, mniejsze wymiary i masę oraz są bardziej odporne na wstrząsy.

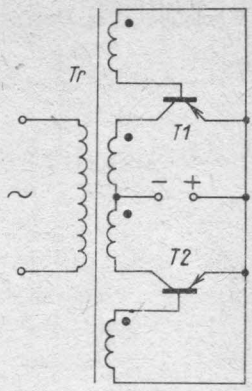
Uproszczony schemat przetwornicy tranzystorowej przedstawiono na rys. 26.6.

Po włączeniu napięcia zasilającego jeden z tranzystorów, np. T_1, zaczyna przewodzić, przy czym narastanie prądu ma z początku przebieg liniowy dzięki stałej indukcyjności uzwojenia pierwotnego transformatora. Również narastanie strumienia magnetycznego w rdzeniu transformatora ma przebieg liniowy. W pozostałych uzwojeniach transformatora indukuje się wskutek tego siły elektromotoryczne. W tym stanie rzeczy baza tranzystora *T1* ma potencjał ujemny względem jego emitera, dzięki czemu

tranzystor ten będzie w stanie przewodzenia. Natomiast baza tranzystora *T2* zostanie spolaryzowana dodatnio, wskutek czego tranzystor ten będzie w stanie nieprzewodzenia (zatkania).

Opisany stan będzie istniał do momentu osiągnięcia przez strumień magnetyczny wartości nasycenia, tj. stanu, kiedy nie ma przyrostu strumienia, wskutek czego w uzwojeniach transformatora nie indukują się siły elektromotoryczne.

Zmniejszenie się wartości siły elektromotorycznej, działającej w obwodzie bazy tranzystora *T1*, powoduje zmniejszenie się prądu bazy oraz prądu kolektora tego tranzystora, wskutek czego zmniejsza się strumień magnetyczny w rdzeniu transformatora i w uzwojeniach transformatora indukują się siły elektromotoryczne o przeciwnych zwrotach, co powoduje zablokowanie (zatkanie) tranzystora *T1* i odblokowanie (odetkanie) *T2*. Proces ten trwa aż do momentu osiągnięcia przez strumień magnetyczny w rdzeniu ujemnej wartości, odpowiadającej stanowi nasycenia, kiedy następuje zablokowanie tranzystora *T2* i odblokowanie *T1*.

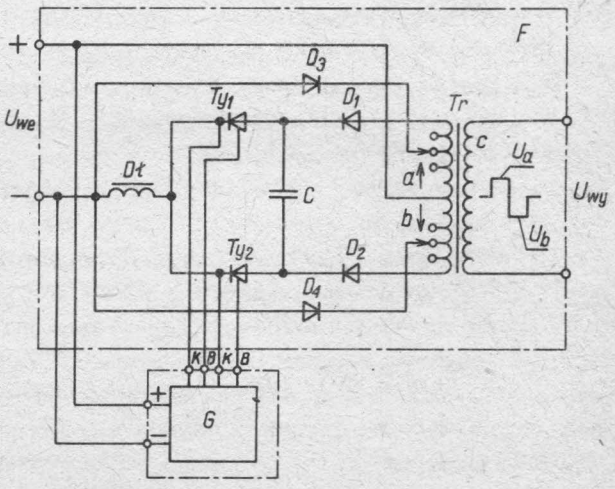


Rys. 26.6. Przetwornica tranzystorowa samowzbudna

Napięcie przemienne, uzyskiwane na zaciskach uzwojenia wtórnego transformatora nie ma przebiegu sinusoidalnego, lecz prostokątny. W celu uzyskania napięcia wyjściowego o przebiegu sinusoidalnym stosuje się na wyjściu przetwornicy odpowiedni filtr.

26.2.5. Przetwornica tyrystorowa

Najprostsza przetwornica tyrystorowa (rys. 26.7) składa się z falownika *F* i generatora impulsów zapłonowych *G*. Falownik przekształca, za pomocą tyrystorów, napięcie stałe na napięcie przemienne o przebiegu prostokątnym i małej częstotliwości.



Rys. 26.7 Przetwornica tyrystorowa z transformatorem o wyprowadzonym środku

Generator impulsów zapłonowych jest wykonany w postaci przetwornicy tranzystorowej i wytwarza impulsy zapłonowe o żądanej częstotliwości.

Falownik składa się z transformatora *Tr*, tyrystorów *Ty1* i *Ty2*, diod równoległych *D3* i *D4*, diod szeregowych *D1* i *D2* oraz kondensatora *C* i dławika *Dł*.

Gdy impuls zapłonowy wprowadzi tyrystor *Ty1* w stan przewodzenia, to przez uzwojenie *a* transformatora popłynie prąd (strzałka), powodując zaindukowanie się sił elektromotorycznych w uzwojeniach *b* i *c*. Dzięki temu kondensator *C* naładuje się po podwójnej wartości napięcia zasilającego.

Gdy nastąpi zapłon tyrystora *Ty2* kondensator *C* zostaje przyłączony równolegle do tyrystora *Ty1* i rozładowuje się. Zwrot napięcia na kondensatorze jest przeciwny do zwrotu spadku napięcia na tyrystorze *Ty1*, dzięki czemu zostanie on zablokowany.

Po zapłonie tyrystora *Ty2* prąd płynie przez uzwojenie *b* transformatora (strzałka). W uzwojeniu wtórnym indukuje się siła elektromotoryczna o przebiegu prostokątnym.

Dławik *Dł* ogranicza prąd płynący przez tyrystory, zaś diody *D1* i *D2* zapobiegają rozładowaniu kondensatora *C* przez uzwojenie *a* i *b* transformatora. Diody *D3* i *D4* odprowadzają moc bierną do źródła zasilania.

26.3. Prostowniki

Prostownik jest to urządzenie, które dokonuje prostowania prądu przemiennego. Zawiera element albo elementy prostownicze, jak np. diody, tyrystory itp. oraz transformator zasilający i filtr zmniejszający tętnienie prądu wyprostowanego. Stosowane do zasilania urządzeń telekomunikacyjnych prostowniki są przeważnie prostownikami pełnookresowymi i stabilizowanymi, wyposażonymi w układy regulujące napięcie i prąd wyprostowany w taki sposób, że na wyjściu prostownika uzyskuje się przebieg napięcia w znacznym stopniu niezależny od napięcia zasilającego i zmian prądu obciążenia. Do najbardziej rozpowszechnionych należą prostowniki, w których układ regulujący, stabilizujący napięcie oraz ograniczający prąd jest wykonany przy zastosowaniu tranzystorów i transduktorów, tj. elementów, które działają na zasadzie zmiany przenikalności magnetycznej magnetowodu czyli rdzenia.

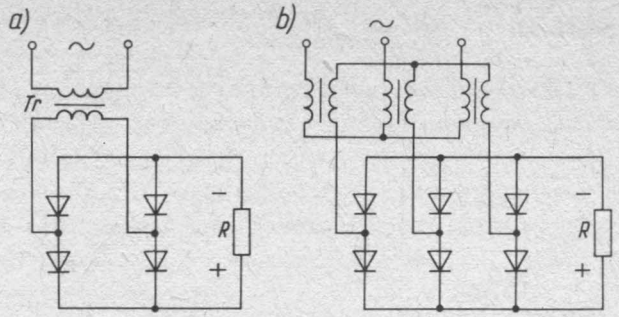
Inny sposób regulacji polega na wykorzystaniu do tego celu tyrystorów.

W budowie prostowników wykorzystuje się układy prostownicze mostkowe jednofazowe i trójfazowe (rys. 26.8).

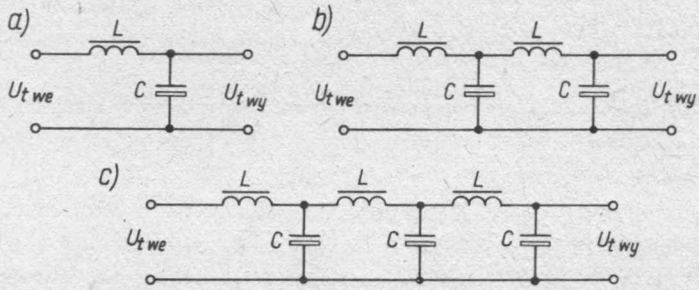
Układ jednofazowy składa się z 4 diod połączonych w układzie mostkowym. W czasie każdego półokresu prąd przepływa przez dwie gałęzie mostka.

Układ trójfazowy składa się z 6 diod. W czasie każdego półokresu prąd przepływa przez 2 diody połączone szeregowo.

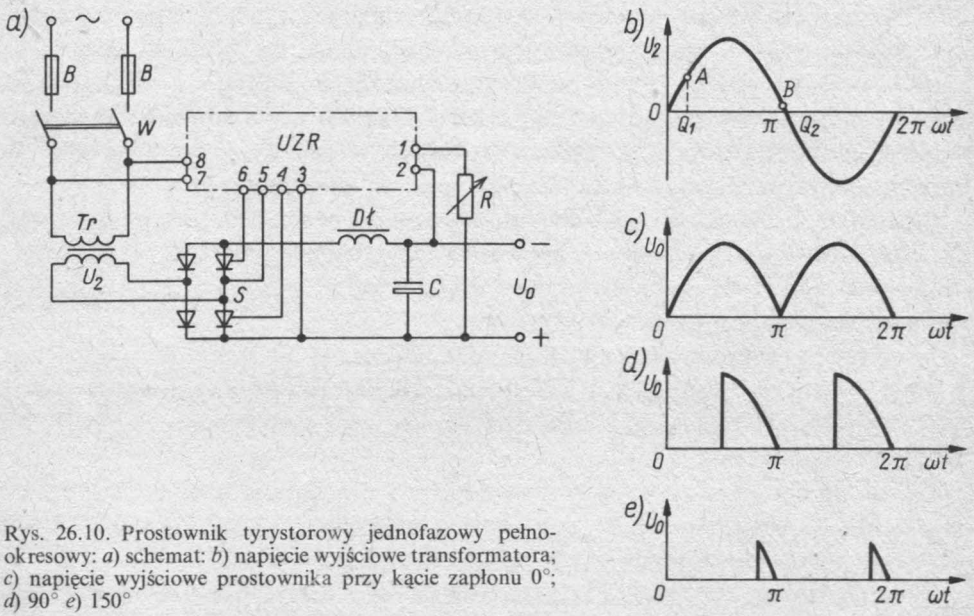
Napięcie na wyjściu układu prostowniczego ma przebieg pulsujący, przy czym wartość składowej zmiennej zależy od rodzaju układu prostowniczego. W celu zmniejszenia składowej zmiennej stosuje się na wyjściu prostownika filtra wygładzające (rys. 26.9). Również bateria akumulatorów, dołączona do wyjścia prostownika, ma działanie filtrujące.



Rys. 26.8. Układy prostownicze mostkowe: *a*) jednofazowy; *b*) trójfazowy



Rys. 26.9. Filtry wygładzające: *a*) jednosekcyjny; *b*) dwusekcyjny; *c*) trzysekcyjny



Rys. 26.10. Prostownik tyrystorowy jednofazowy pełnookresowy: *a*) schemat: *b*) napięcie wyjściowe transformatora; *c*) napięcie wyjściowe prostownika przy kącie zapłonu 0°; *d*) 90° *e*) 150°

Na rys. 26.10 pokazano schemat prostownika tyrystorowego jednofazowego, pełnookresowego.

Zasadniczymi elementami prostownika tyrystorowego są: transformator zasilają-

cy *Tr*, stos diodowo-tyrystorowy *S*, układ zapłonowo-regulacyjny *UZR* oraz filtr wygładzający.

Po pojawieniu się sygnału sterującego na bramce tyrystora następuje jego zapłon i tyrystor przewodzi aż do momentu, w którym jego prąd anodowy zmniejszy się do zera.

Sterując kątem zapłonu tyrystora (za pomocą układu zapłonowo-regulacyjnego *UZR* reagującego na wartość napięcia sieci elektroenergetycznej i wartość napięcia wyprostowanego) wpływa się na średnią wartość napięcia wyprostowanego.

26.4. Systemy zasilania central telefonicznych elektromechanicznych

Prąd stały i przemienny, wymagany do zasilania urządzeń telekomunikacyjnych, otrzymuje się z siłowni.

Siłownia jest to pomieszczenie, w którym znajdują się urządzenia elektryczne służące do przetwarzania i rozdziału prądu przemiennego i stałego, potrzebnych do zasilania urządzeń telekomunikacyjnych.

Siłownia jest wyposażona w transformatory, prostowniki, przetwornice, stabilizatory oraz urządzenia rozdzielcze, które przetwarzają energię prądu przemiennego, pobieraną z sieci elektroenergetycznej na energię prądu stałego lub przemiennego o innym napięciu lub częstotliwości oraz zasilają nią poszczególne urządzenia telekomunikacyjne.

Ponieważ urządzenia telekomunikacyjne wymagają zasilania bezprzerwowego, przeto w przypadkach przerw w dostawie energii elektrycznej z sieci elektroenergetycznej, ciągłość działania tych urządzeń zapewniają baterie akumulatorów (przerwy krótsze) lub zespoły spalinowo-elektryczne (przerwy dłuższe).

Prostowniki, stanowiące podstawowe wyposażenie siłowni, mogą współpracować buforowo z bateriami akumulatorów w różnych systemach połączeń:

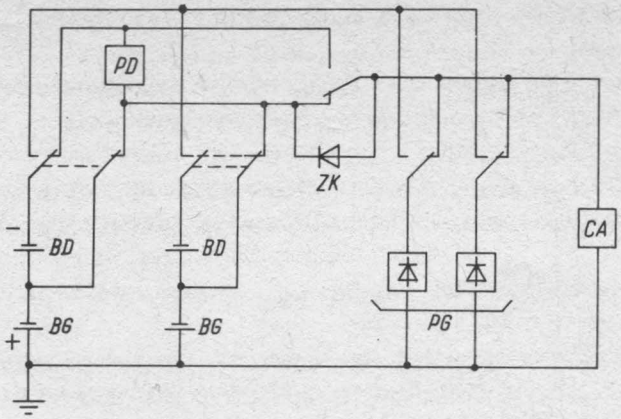
— w układzie buforowym z ogniwami dodatkowymi,
— w układzie buforowo-różnicowym,
— w układzie buforowym z przetwornicą dodawczą.

W siłowni prądu stałego, pracującej w układzie buforowym z ogniwami dodatkowymi (rys. 26.11) bateria akumulatorów składa się z dwóch części: głównej *BG* i dodatkowej *BD*.

W czasie pracy buforowej prostownik główny *PG*, bateria główna *BG* i odbiór (centrala automatyczna) *CA* są połączone równolegle. Napięcie na odbiorze jest utrzymywane z dokładnością 1...2% U_n.

W czasie pracy bateryjnej zasilanie odbywa się z baterii (obie części *BG* i *BD* połączone szeregowo). Napięcie zasilania jest równe wtedy napięciu baterii.

W okresie przejściowym (przełączania z jednego systemu pracy na drugi w rezultacie zaniku napięcia sieci elektroenergetycznej) zasilanie odbioru odbywa się z baterii *BG* poprzez zawór komutacyjny *ZK*.



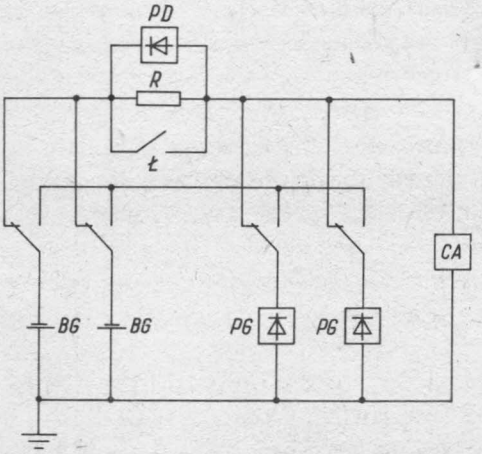
Rys. 26.11. Siłownia prądu stałego w układzie buforowym z ogniwami dodatkowymi

BD — bateria dodatkowa, *BG* — bateria główna, *CA* — centrala automatyczna, *PD* — prostownik dodatkowy, *PG* — prostownik główny, *ZK* — zawór komutacyjny

W siłowni prądu stałego pracującej w układzie buforowo-różnicowym (rys. 26.12) odbiór jest normalnie (w czasie pracy buforowej) zasilany z prostownika głównego *PG*, a bateria akumulatorów o napięciu wyższym od napięcia znamionowego odbioru, jest urzymywana w stanie naładowanym, dzięki prostownikom *PG* i *PD*, połączonym szeregowo. Na rezystorze komutacyjnym *RK* występuje stała strata mocy.

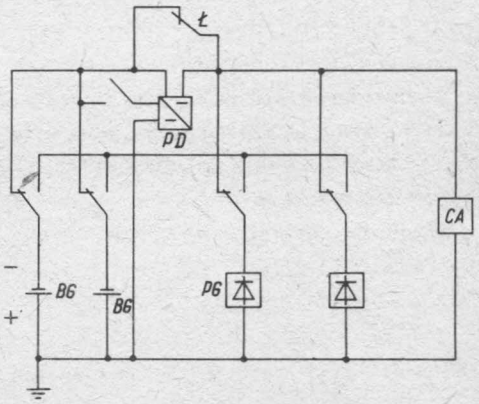
W okresie przejściowym, rownym czasowi działania łącznika, który swoim zestykiem zwiera rezystor *RK* (50...100 ms) zasilanie odbioru odbywa się z baterii, poprzez ten rezystor. Napięcie na odbiorze jest wówczas zmniejszone o spadek napięcia na rezystorze do ok. $\frac{2}{3}U_n$.

W siłowni prądu stałego, pracującej w układzie buforowym z przetwornicą doda-



Rys. 26.12. Siłownia prądu stałego w układzie buforowo-różnicowym

Ł — łącznik, *PD* — prostownik dodatkowy, *R* — rezystor



Rys. 26.13. Siłownia prądu stałego z przetwornicą dodawczą

PD — przetwornica dodawcza

wczą (rys. 26.13) w czasie pracy buforowej prostownik główny *PG*, bateria (o zmniejszonej liczbie ogniw) i odbiór są połączone równolegle.

W czasie pracy bateryjnej odbiór jest zasilany z baterii i tyrystorowej przetwornicy prądu stałego *PD*, która jest zasilana z tej samej baterii. Napięcie wyjściowe przetwornicy dodaje się wówczas do napięcia baterii.

W czasie dłuższych przerw w dostawach energii elektrycznej przez sieć elektroenergetyczną do zasilania urządzeń telekomunikacyjnych używa się zespołów spalinowo-elektrycznych.

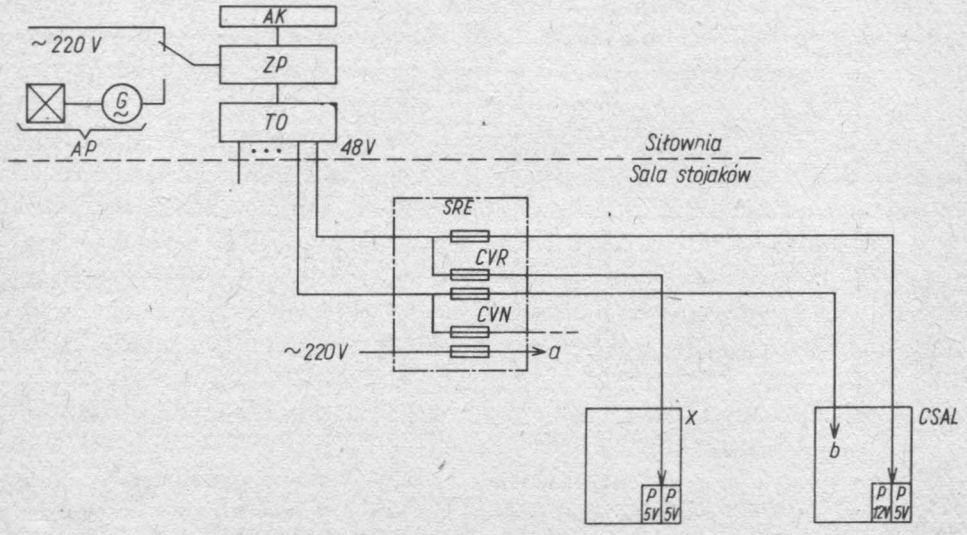
Zespół spalinowo-elektryczny składa się z silnika spalinowego i prądnicy prądu stałego albo przemiennego.

Stosowane są zespoły spalinowo-elektryczne stacyjne, przewoźne i przenośne w zależności od ważności zasilanych urządzeń telekomuniakcyjnych i wartości pobieranej przez nie energii elektrycznej.

26.5. Zasilanie central telefonicznych elektronicznych E-10

Centrala telefoniczna E-10 jest zasilana z siłowni o napięciu 48 $V^{-3\,V}_{+5\,V}$. Napięcie z siłowni może przekraczać podane tolerancje o ± 2 V, z tym że czas trwania takiego stanu nie może przekroczyć 300 ms. Dopuszczalna wartość tętnień wynosi 2mV. W czasie przełączania zasilania z prostowników na akumulatory dopuszcza się wahnięcia napięcia od 35 V z czasem trwania 5 ms do 60 V z czasem trwania 2 ms.

Na rys. 26.14 przedstawiono schemat blokowy systemu zasilania centrali E-10. Siłownia jest zasilana z sieci elektroenergetycznej, a w wypadku zaniku napięcia — z zespołu spalinowo-elektrycznego. Napięcie zasilające jest doprowadzone do zestawu



Rys. 26.14. Schemat blokowy układu zasilania centrali elektronicznej E-10

urządzeń *ZP* zawierającego zespoły prostownicze, przetwornice dodawcze oraz tablicę rozdzielczo-sterującą. Bateria akumulatorów *AK* jest włączona równolegle do zespołów prostowniczych zasilających łącznicę w sposób buforowy. Bateria *AK* zawiera 23 ogniwa ołowiowe, a jej pojemność zapewnia 10-godzinną pracę centrali, gdy nie ma zespołu spalinowo-elektrycznego lub 3-godzinną, gdy zespół jest zainstalowany. Napięcie zasilające jest doprowadzone do tablicy odpływów *TO*, skąd jest rozprowadzane do stojaków rozdziału energii *SRE* na sali stojaków. Stojaki *SRE* mają taką samą konstrukcję zewnętrzną jak i pozostałe stojaki łącznicy.

Stojak *SRE* dzieli się na 6 modułów: 3 moduły napięć *CVR*, 2 moduły napięć *CVN* i 1 moduł napięcia przemiennego 220 V. Napięcia *CVR* zasilają przetwornice w stojakach, a napięcia *CVN* zasilają łącza abonenckie przyłączone do *CSAL*. Napięcie 220 V jest doprowadzone do gniazd zasilających np. przyrządy pomiarowe lub lampy przenośne. Każdy moduł jest przyłączony do odrębnego, 100 amperowego wyjścia z tablicy *TO*. Każdy moduł ma 8 odpływów. Każdy odpływ jest zabezpieczony wyłącznikiem automatycznym i bezpiecznikiem topikowym. Moduły 1 i 5 są wyposażone w sygnalizatory optyczne wyłącznika automatycznego i bezpiecznika topikowego.

W każdym stojaku łącznicy, na ścianach bocznych umieszczone są szyny zasilające stojak. Szyny są miedziane i pobielone. Trzy ich ściany są obłożone izolacją, a czwarta pozostaje odkryta. Do niej przykręcane są przewody łączące ją z szynami poziomymi zasilania półek. Pionowe szyny zasilające są ułożone w określonym porządku i oznaczone kolorem odpowiadającym napięciu. Najgłębiej (tzn. najbliżej półki) jest umieszczona szyna — 48 V o kolorze fioletowym, następna szyna rozprowadza napięcie — 12 V o kolorze niebieskim, następna szyna +12 V o kolorze czerwonym, dalej +50 V szyna o kolorze żółtym i wreszcie ostatnia, leżąca najbliżej krawędzi stojaka O V szyna o kolorze czarnym. Wyjścia ze stojaka *SRE* są przyłączone bezpośrednio do szyny 48 V. Jeżeli stojak nie zasila łączy abonenckich, to zwykle ma jedną szynę 48 V. W przypadku przeciwnym, druga szyna 48 V jest umieszczona na drugiej ścianie bocznej stojaka. Napięcia inne niż 48 V są pobierane z przetwornic. Ich wyjścia są przyłączane bezpośrednio do szyn pionowych. Przewody O V są prowadzone równolegle z przewodami 48 V.

Przewód uziemiający jest prowadzony osobno. Jest on wykonany w postaci szerokiej plecionki i łączy bezpośrednio uziom z środkiem konstrukcji wsporczej łącznicy. Od tego miejsca plecionka jest prowadzona wzdłuż całej konstrukcji wsporczej, w górnych korytkach. W taki sam sposób łączy się rzędy stojaków z sobą. Plecionka jest przyłączana, w każdym stojaku, do dwóch szyn pionowych oznaczonych symbolem *ML* oraz jednym przewodem uziemiającym, oznaczonym symbolem uziemienia, do konstrukcji stojaka.

Tabela Erlanga
Wiązka całkowicie dostępna (fragment)

Liczba łączy (organów) N	Natężenie ruchu A, w erlangach		
	0,002	0,005	0,01
1	2	3	4
1	0,002	0,005	0,010
2	0,065	0,105	0,153
3	0,25	0,35	0,43
4	0,53	0,70	0,86
5	0,90	1,13	1,37
6	1,32	1,62	1,91
7	1,80	2,16	2,50
8	2,31	2,73	3,12
9	2,85	3,33	3,78
10	3,43	3,96	4,46
11	4,02	4,61	5,16
12	4,63	5,28	5,88
13	5,27	5,97	6,61
14	5,92	6,63	7,35
15	6,58	7,38	8,11
16	7,26	8,10	8,87
17	7,95	8,84	9,65
18	8,64	9,58	10,44
19	9,35	10,34	11,23
20	10,07	11,10	12,03
21	10,80	11,87	12,85
22	11,53	12,61	13,67
23	12,27	13,42	14,49
24	13,01	14,21	15,30
25	13,76	15,00	16,13
26	14,5	15,8	17,0
27	15,3	16,6	17,8
28	16,1	17,4	18,7
29	16,9	18,2	19,5
30	17,7	19,0	20,4
31	18,4	19,8	21,3
32	19,2	20,6	22,1
33	20,0	21,4	22,9
34	20,8	22,3	23,8
35	21,6	23,1	24,6
36	22,4	23,9	25,5
37	23,2	24,8	26,4
38	24,0	25,6	27,3
39	24,9	26,5	28,1
40	25,7	27,3	29,0

Liczba łączy (organów) N	Natężenie ruchu A, w erlangach		
	0,002	0,005	0,01
1	2	3	4
41	26,5	28,2	29,9
42	27,3	29,0	30,8
43	28,1	29,9	31,7
44	28,9	30,8	32,5
45	29,7	31,6	33,4
46	30,5	32,5	34,3
47	31,4	33,3	35,3
48	32,2	34,2	36,1
49	33,0	35,1	37,0
50	33,9	35,9	37,8

Tabela dla pola stopniowanego przy $a=20$ (fragment)

Liczba łączy (organów) N	Natężenie ruchu A, w erlangach		
	0,002	0,005	0,01
1	2	3	4
51	29,45	31,79	33,84
52	30,07	32,46	34,55
53	30,70	33,13	35,25
54	31,32	33,80	35,96
55	31,95	34,46	36,66
56	32,57	35,13	37,36
57	33,20	35,80	38,07
58	33,82	36,47	38,77
59	34,45	37,13	39,47
60	35,07	37,80	40,18
61	35,70	38,47	40,88
62	36,32	39,14	41,59
63	36,95	39,80	42,29
64	37,57	40,47	42,99
65	38,20	41,14	43,70
66	38,82	41,81	44,40
67	39,45	42,47	45,10
68	40,07	43,14	45,81
69	40,70	43,81	46,51
70	41,33	44,48	47,22
71	41,95	45,14	47,92
72	42,58	45,81	48,62
73	43,20	46,48	49,33
74	43,83	47,15	50,03
75	44,45	47,81	50,73

Liczba łączy (organów) N	Natężenie ruchu A, w erlangach		
	0,002	0,005	0,01
1	2	3	4
76	45,08	48,48	51,44
77	45,70	49,15	52,14
78	46,33	49,82	52,84
79	46,95	50,48	53,55
80	47,58	51,15	54,25
81	48,20	51,82	54,96
82	48,83	52,49	55,66
83	49,45	53,15	56,36
84	50,08	53,82	57,07
85	50,70	54,49	57,77
86	51,33	55,16	58,47
87	51,95	55,82	59,18
88	52,58	56,49	59,88
89	53,20	57,16	60,59
90	52,83	57,83	61,29

Marek Pilawski

Fizyczne podstawy elektrotechniki

Najnowsza forma wykładu — zbliżona do programowanej, polegająca na zainteresowaniu ucznia obserwacją otaczającego środowiska i na jego przykładzie pokazanie zastosowania zjawisk fizycznych w elektrotechnice. Taki sposób potraktowania przedmiotu pozwoli uczniowi zaangażować się w tok wykładu i przyswoić sobie materiał konieczny do nauki przedmiotów zawodowych.

Książka zawiera ścisły materiał merytoryczny podany w sposób popularyzatorski. O jej atrakcyjności decydują najnowocześniejsze problemy przekazane w prostej postaci, najczęściej na przykładach znanych Czytelnikowi z życia, prasy i telewizji. Celem takiej formy przekazu jest zainteresowanie ucznia, wciągnięcie w problematykę nowoczesnej techniki przy jednoczesnym pokazaniu mu powiązań tej techniki ze zjawiskami fizycznymi. Mamy nadzieję, że takie interesujące przedstawienie niełatwych zagadnień pomoże w skuteczniejszym przygotowaniu uczniów do przedmiotów specjalistycznych. Książka bowiem zawiera całość materiału wymaganego programem przedmiotu podstawy elektrotechniki w zmienionej formie, rozszerzonej o tematykę aktualnych zagadnień. Na jej treść składają się takie tematy jak: pojęcie pola i jego rodzajów, materia, atomy, antycząsteczki, antyatomy, antymateria, antygrawitacja, promieniowanie i jego rodzaje, lasery, źródła termiczne, jarzeniowe, fluorescencyjne i elektroniczne, budowa i właściwości ciał oraz wpływ pola elektrycznego i magnetycznego na te ciała, nadprzewodnictwo itp. Opisane są układy elektryczne i ich elementy składowe: rezystancyjne, indukcyjne i pojemnościowe oraz podana jest ich analiza. Analiza ta opiera się na podstawowych zjawiskach fizycznych, przypomnieniu obowiązujących praw i objaśnieniu sposobu obliczania. Integralną część wykładu stanowią liczne przykłady obliczeniowe ułatwiające zrozumienie poruszanych problemów oraz rozszerzające zakres przedstawianych zagadnień. Podane też są sposoby wytwarzania i przetwarzania energii elektrycznej oraz transportu tej energii.

Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne
polecają zestaw podręczników:

K. Paprocki

Rysunek techniczny

J. Tymowski

Materiałoznawstwo i podstawy technologii

S. Okoniewski

Technologia dla elektroników

W. Oleksiuk, K. Paprocki

Podstawy konstrukcji mechanicznych

S. Bolkowski

Podstawy elektrotechniki

A. Rusek

Podstawy elektroniki, cz. 1 i 2

J. Dyszyński, R. Hagel

Miernictwo elektryczne

Z. Karkowski

Miernictwo elektroniczne

M. Pilawski

Pracownia elektryczna

A. Chwaleba, B. Moeschke, M. Pilawski

Pracownia elektroniczna, cz. 1 i 2

Cena zł 190,–

ISBN 83-02-01525-3